



Fundação Educacional do Município de Assis  
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis  
Campus "José Santilli Sobrinho"

**FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DO MUNICÍPIO DE ASSIS**  
**INSTITUTO MUNICIPAL DE ENSINO SUPERIOR DE ASSIS**  
**Comissão do PIC-IMESA**

**Desenvolvimento de jogos usando conceitos de Tecnologia Adaptativa**

**Bolsista:**

**Orientador:** Dr. Almir Rogério Camolesi

Coordenadoria de Informática IMESA – FEMA - Assis

**Área de Pesquisa:** Ciências Exatas e da Terra.

## FICHA CATALOGRÁFICA

MORO, Matheus Mattioli.

**Desenvolvimento de jogos usando conceitos de Tecnologia Adaptativa. /**  
Matheus Mattioli Moro

Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA – Assis, 2013.  
Páginas 25.

Orientador: Dr. Almir Rogério Camolesi  
Projeto de Iniciação Científica - Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis –  
IMESA.

## Sumário

1	Introdução .....	5
1.1	Problema .....	6
1.2	Problematização.....	6
1.3	Objetivos .....	7
1.3.1	Objetivo Geral .....	7
1.3.2	Objetivos Específicos.....	7
1.4	Justificativa .....	8
1.5	Estrutura do trabalho.....	8
2	Tecnologia Adaptativa.....	9
3	Jogo de Truco Adaptativo.....	16
3.1	Descrição do Jogo.....	16
3.2	Uso de técnicas adaptativas no jogo de truco .....	17
3.3	Modelagem do Jogo.....	18
3.4	Desenvolvimento .....	20
4	Conclusão .....	21

## Lista de Figuras

Figura 1. Autômato de Estados Finitos - Modelagem Cartas Baralho. ....	18
Figura 2. Autômato Finito Adaptativo Troca de Cartas.....	19
Figura 3. Autômato depois da ocorrência da função adaptativa FCarta(). ....	19
Figura 4. Definição da Estrutura de Dados do Jogo. ....	20
Figura 5. Interface do Jogo de Truco Adaptativo. ....	20

## 1 Introdução

O mercado de desenvolvimento de jogos tem início com os primeiros jogos em que o console (vídeo game) era ligado a uma televisão e o controle não passava de uma simples alavanca com duas posições. No mercado atual os novos aparelhos permitem capturar o movimento do ambiente para interagir com o jogador. Os equipamentos atuais permitem ao jogador diversas opções de interação, por exemplo, controles sensíveis ao movimento da mão ou tapetes e sensores que ficam no solo e permitem captar os passos de uma pessoa e/ou todo o movimento do corpo. Além das tecnologias descritas anteriormente, pode-se citar também os avanços na interação em tempo real (*on-line*) que possibilita a jogadores em diversas partes do mundo jogar uma partida no mesmo momento.

Outras melhorias ocorridas em celulares e dispositivos móveis e as novas tecnologias embarcadas em tais equipamentos permitiram que a área de jogos tivesse um grande avanço neste seguimento, devido alta procura pelos usuários em fontes de entretenimento para tais dispositivos.

O desenvolvimento de jogos é complexo e muitas técnicas têm surgido para auxiliar os desenvolvedores destas aplicações. Os jogos existentes, geralmente, possuem um comportamento que se modifica conforme o nível do jogo e o tipo de música que é simulado. Uma tecnologia que vem sendo empregado no desenvolvimento de aplicações com comportamento modificável é a Tecnologia Adaptativa (NETO, 1993). A tecnologia adaptativa envolve um dispositivo não-adaptativo (subjacente) já existente em uma camada adaptativa que permite realizar mudanças no comportamento da aplicação definida (Pistori, 2003). A Tecnologia Adaptativa se caracteriza por ser um sistema com estrutura dinâmica, ou seja, sua estrutura pode ser alterada conforme ocorre a interação com o ambiente, interno (virtual) ou externo (real), e por esta característica tão interessante, acaba por se tornar algo que facilita a construção de jogos. Utilizando-se desta tecnologia os jogos podem aprender as dificuldades do jogador, treinando o mesmo para obter melhor coordenação motora, ou até mesmo para criar níveis de dificuldade de acordo com o desempenho do jogador.

## **1.1 Problema**

Os jogos atuais existentes no mercado apresentam um comportamento estático com estruturas predefinidas, nos quais são informados apenas os seus parâmetros iniciais e estes são utilizados durante o tempo de execução do jogo. Nestes jogos depois de um tempo, o jogador adquire uma prática e conhecimento do mesmo e o jogo torna-se repetitivo. O jogador passa a ter conhecimento das ações que serão desempenhadas em um determinado momento e desta forma o jogo acaba não causando mais os resultados propostos. O uso da Tecnologia Adaptativa neste tipo de aplicação tem por objetivo apresentar ao jogador um ambiente em que os jogos possam ter uma maior interação com o usuário, seja ensinando ou aprendendo com o mesmo.

## **1.2 Problematização**

Espera-se que com os estudos necessários para o desenvolvimento do projeto, permita o desenvolvimento de um jogo que possa proporcionar não só aos jogadores uma nova experiência em níveis de dificuldades inteligentes, como também dar uma motivação maior àqueles jogadores iniciantes e sempre tiveram dificuldade com os mesmos.

Para isso faz-se o uso dos seguintes estudos:

- Quais os modelos de jogos podem ser utilizados para este fim?
- Como pode ser integrada a Tecnologia Adaptativa na programação de jogos?
- Qual o ambiente necessário para seu uso, e qual o modo de interação externa?

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma modalidade de jogo que permita ao jogador de qualquer nível, desde o iniciante até o mais experiente, um maior entusiasmo ao brincarem com um jogo que possui um comportamento adaptativo.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

Entre os objetivos que focam a formação do aluno no referido projeto de iniciação científica, pode-se destacar:

- Trabalhar a interdisciplinaridade de conteúdos adquiridos pelo aluno no curso de Ciência da Computação – Algoritmos e Estruturas de Dados I e II, Computação Gráfica, Eletrônica Digital, Software Básico e Teoria da Computação;
- Complementar o conhecimento do aluno em relação ao desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis;
- Formar o conhecimento do aluno sobre conceitos formais relacionados a especificação e a modelagem e o desenvolvimento de aplicações que usam os conceitos de Tecnologia Adaptativa;
- Motivar o aluno para o ambiente de pesquisa e da área de Computação, contribuindo assim para o seu desenvolvimento crítico e independente.
- Por meio de seminários e escrita de relatórios, capacitar o aluno para a elaboração de monografias e artigos, bem como estimular sua participação em congressos e encontros da área de computação.

Para que os objetivos delineados acima sejam atingidos alguns estudos específicos serão abordados:

- estudo dos conceitos de Tecnologia Adaptativa
- estudo dos conceitos para desenvolvimento de jogos;
- estudo de uma linguagem de programação para desenvolvimento de jogos em dispositivos móveis;

- definição de um enredo e a estrutura de um jogo contemplando os conceitos estudados;
- implementação do jogo definido;

#### **1.4 Justificativa**

O desenvolvimento de um ambiente de jogo empregando-se os conceitos de Tecnologia Adaptativa faz com que o aluno apresente uma nova modalidade de jogo no mercado, bem como o a aprender o uso desta tecnologia. Tais conhecimentos possibilitarão futuramente ao aluno a aplicação do conhecimento adquirido no desenvolvimento de outras ferramentas ou aplicações.

#### **1.5 Estrutura do trabalho**

Este trabalho encontra-se organizado da seguinte forma: inicialmente, no Capítulo 1, foi apresentada uma visão geral do trabalho, seus objetivos e justificativas. Na sequência, o Capítulo 2 apresenta uma breve revisão bibliográfica dos conceitos de Tecnologia Adaptativa. Com base nos estudos realizados é apresentado um estudo de caso, no Capítulo 3, que foca no projeto e codificação de um jogo de Truco com base nos conceitos de Tecnologia Adaptativa. Por fim, no capítulo 4 são apresentadas algumas conclusões e trabalhos futuros.

## 2 Tecnologia Adaptativa

Um dos primeiros trabalhos relacionado ao estudo da Tecnologia Adaptativa é o apresentado por NETO e MAGALHÃES (1981), que fornece uma visão de métodos de análise sintática e de geração de reconhecedores sintáticos. Este trabalho foi resultado de um primeiro esforço em busca da inclusão dos conceitos de mecanismos adaptativos em um sistema para apoio à construção de compiladores.

Neto (1983) elaborou uma extensão do modelo inicial que exhibe a capacidade de incorporar funções de transdução sintática. Como continuação dos trabalhos, foi desenvolvida uma versão mais prática dos algoritmos de conversão de gramáticas em reconhecedores, que foi publicado como um livro introdutório sobre compilação (NETO, 1987).

Neto (1988) apresenta o transdutor adaptativo que teve por objetivo facilitar a representação de tais problemas, que consiste numa classe de máquinas de estados finitos com memória organizada em pilha e que exhibe recursos de aprendizado baseados na alteração dinâmica de sua configuração, com base nas transições efetuadas pelo transdutor.

Um dos principais resultados obtidos no desenvolvimento deste transdutor foi um aumento no poder de representação dos modelos matemáticos, empregados por meio da inclusão de recursos de aprendizado. Os transdutores adaptativos, assim idealizados, são capazes de se moldarem a cada sentença particular a ser reconhecida, proporcionando uma forma extremamente natural para o tratamento de diversos problemas sintáticos usualmente considerados como parte da manipulação semântica da linguagem. Os resultados de uma investigação em que se procura obter, a partir de técnicas clássicas simples, mecanismos capazes de integrar em um único método de análise os elementos necessários à resolução plena e uniforme de grande parte dos problemas de interesse na análise de linguagens, referentes a aspectos puramente sintáticos podem ser encontrados em (NETO, 1993). Neste trabalho, foi apresentado o autômato e o transdutor adaptativo como dispositivos de reconhecimento e transdução sintática.

Com base no trabalho de Neto (1993), foram realizados outros trabalhos nos quais foi aplicada a tecnologia adaptativa no projeto de sistemas reativos. Almeida (1995) apresentou uma evolução da notação de *Statechart* (HAREL et al., 1987), na qual foram acrescentadas características provenientes da teoria de Autômatos Adaptativos.

O *Statechart* Adaptativo tem capacidade de modificar sua configuração em resposta às entradas impostas ao sistema por ele representado. O trabalho realizado por Almeida (1995) permitiu também a implementação de uma ferramenta de análise e desenvolvimento de aplicações valendo-se de *Statechart* Adaptativo. Essa ferramenta, intitulada STAD (STAD, 2005), constitui-se de um editor e de um simulador de sistemas que utiliza a notação desenvolvida. Além de ter propiciado uma visão prática da teoria do uso de tecnologia adaptativa, a ferramenta STAD comprovou a sua viabilidade, proporcionando assim uma forma bastante útil de difusão desses conceitos.

Um estudo que teve por objetivo melhorar a especificação de um conjunto de sistemas reativos complexos e sincronizados entre si pode ser encontrado em (NOVAES, 1997). Um dos resultados desse trabalho foi o desenvolvimento de um formalismo, o Stad-Sinc, que se fundamenta na junção das notações de Rede de Petri, de *Statechart* convencional e de *Statechart* Adaptativo. O novo formalismo criado permite representar por meio de diagramas os mecanismos de sincronização existentes nas aplicações projetadas.

Neto, Almeida e Novaes (1998) apresentaram uma ferramenta para o desenvolvimento e análise, intitulada STAD-S. Tal ferramenta constitui-se de um editor de *Statechart* e de um simulador de *Statecharts* sincronizados. O Stad-S permite que um sistema seja considerado e diversos pontos de vista provenientes das características dos formalismos subjacentes ao formalismo desenvolvido. Sendo assim, os aspectos de hierarquia e concorrência fundamentam-se nas características do *Statechart*; os aspectos de sincronização são baseados no mecanismo de Rede de Petri; e os aspectos de aprendizagem utilizam-se dos conceitos de automodificação provenientes dos *Statecharts* Adaptativos. Desta forma, o Stad-S permite a representação de

cada um desses aspectos isoladamente, bastando omiti-los, se forem desnecessários.

Um Ambiente de Desenvolvimento de Reconhedores Sintáticos Baseado em Autômatos Adaptativos foi descrito em (PEREIRA, 1997). Este trabalho introduziu uma ferramenta de auxílio ao desenvolvimento de reconhedores sintáticos denominada Reconhedor Sintático para Window (RSW) (PEREIRA, NETO, 1999). A ferramenta RSW proporciona aos seus usuários um ambiente integrado, e os reconhedores sintáticos reconhecidos e gerados pela ferramenta são baseados na teoria de autômato de estados finitos, autômatos de pilha estruturados e nos autômatos adaptativos. A possibilidade de implementação de reconhedores baseados em Autômatos Adaptativos (NETO, 1993) constitui uma das importantes metas alcançadas pela ferramenta RSW, comprovando sua viabilidade prática.

Um formalismo dual ao autômato, o qual visava a facilitar o desenvolvimento de linguagens complexas ou outras aplicações que necessitassem especificar linguagens dependentes de contexto na forma de gramáticas foi denominado como Gramática Adaptativa (NETO, IWAI, 1998; IWAI 2000). Tal formalismo possui como característica principal a capacidade de se alterar a medida que vai sendo feita a geração da sentença pertencente à linguagem que é representada pela gramática adaptativa. Tal trabalho foi fruto da compilação de alguns trabalhos referentes às gramáticas adaptáveis (SHUTT, 1993, 1995; RUBINSTEIN, SHUTT, 1993, 1994, 1995), bem como de alguns formalismos correlatos dinâmicos que são utilizados na representação de linguagens, como por exemplo, os autômatos.

Rocha (2000) elaborou um estudo que visa o desenvolvimento de um método de construção de modelos e resolução de problemas complexos utilizando-se dispositivos adaptativos. Para tal, foram realizados estudos comparativos entre autômatos adaptativos, redes neurais, algoritmos genéticos e agentes, extraindo destes dispositivos, características que permitiram a composição do modelo denominado Busca de Soluções por Máquina Adaptável (BSMA) (ROCHA; NETO, 2000).

Com base no método BSMA foi construído um simulador para Autômatos Adaptativos para a escolha de solução de problemas e apresentada uma proposta para o uso da tecnologia adaptativa na simulação de Redes Neurais em ambientes computacionais (ROCHA, 2001; ROCHA, NETO, 2001). Tais estudos serviram para demonstrar a possibilidade de utilização da tecnologia adaptativa em aprendizagem computacional e, de maneira geral, em inteligência artificial.

Freitas (2000) realizou um estudo referente à aplicação da tecnologia adaptativa no desenvolvimento de ambientes que suportem multilinguagens de programação. Este trabalho apresentou uma proposta de implementação de um ambiente que viabilize o emprego da programação multilinguagem por meio do oferecimento de primitivas que facilitem a interface entre os diversos segmentos de linguagens que compõem a aplicação. Tais primitivas estabelecem um mecanismo de gerenciamento de nomes relativos às diferentes variáveis que são importadas ou exportadas entre os módulos componentes da aplicação multilinguagem. Desta forma, ocorre a necessidade de um mecanismo que gerencie o espaço de nomes do ambiente. Neste contexto, Freitas e Neto (2000a) empregaram o autômato adaptativo como coletor de nomes. Embora simples, esta estrutura representa uma alternativa eficiente e elegante para representar as estruturas de dados de armazenamento e busca de cadeias. Para validar a proposta de implementação do ambiente multilinguagem, foi desenvolvido um Ambiente Multilinguagem (AML), no qual as linguagens *C++*, *Prolog*, *Lisp* e *Java* podem ser utilizadas concomitantemente (FREITAS; NETO, 2000b, 2001).

Em relação ao projeto de linguagens, Neto e Silva (2005) apresentaram uma estrutura adaptativa para design de linguagens de especificação de software. Neste trabalho foram apresentadas algumas características adaptativas presentes em linguagens de especificação, e também foi descrita uma estratégia para estender a especificação de linguagens de programação. Um exemplo simples também foi apresentado para demonstrar a estrutura proposta. Neto (2001) busca características comuns presentes nos dispositivos adaptativos dirigidos por regras, o que permite a um especialista estender um

dispositivo dirigido por regras para suportar tecnologia adaptativa. Com base nisso Camolesi e Neto (2003) apresentaram uma proposta de extensão do dispositivo *Interaction System Design Language (ISDL)* (QUARTEL, 1997) definindo então o dispositivo  $ISDL_{Adp}$ . O estudo também demonstra a aplicação da tecnologia adaptativa na modelagem de aplicações hipermídia. Em estudo posterior (CAMOLESI; NETO, 2004a), foi apresentada uma formulação completa do  $ISDL_{Adp}$  e a aplicação de sua linguagem na modelagem de aplicações complexas

No trabalho desenvolvido por Camolesi e Neto (2004b) foi descrita a extensão de Rede de Petri Adaptativa ( $RP_{Adp}$ ) conforme a formulação de (NETO, 2001). Neste estudo, propunha-se a definição de uma estrutura de dados para a representação da Rede de Petri Adaptativa. As etapas de extensão de um dispositivo adaptativo e uma estrutura de dados geral para a representação de dispositivos adaptativos dirigidos por regras pode ser encontrado em (CAMOLESI, 2005).

Pistori e Neto (2002) apresentaram o AdapTree - um algoritmo para indução de árvores de decisão que usa técnicas adaptativas - e os primeiros resultados da aplicação de técnicas adaptativas na produção de algoritmos de aprendizagem eficientes. Um protótipo de um sistema cuja interface com o usuário era feita pela direção do olhar utiliza técnicas de baixo custo, fundamentadas em aprendizado computacional e que usa tecnologia adaptativa pode ser encontrado em (PISTORI et al., 2003).

Pistori (2003) apresentou o Autômato de Estados Finitos Adaptativo e descreveu uma complementação para a representação de funções e ações adaptativas, além de uma integração de dispositivos adaptativos, basicamente discretos, com mecanismos que manipulam informações não discretas. Neste trabalho, também foram desenvolvidos alguns exemplos que demonstram a utilização de tecnologia adaptativa no desenvolvimento de aplicações. Outro estudo, que fundiu conceitos de Autômato de Estados Finitos Adaptativo e de algoritmos genéticos, criando um ambiente propício para explorar o impacto de adaptação individual durante toda a vida em evoluções de populações foi apresentado em (PISTORI et al., 2005).

Um estudo focalizando a aplicação de tecnologia adaptativa na otimização de código em compiladores foi apresentado em (LUZ; NETO, 2003). Luz (2004) introduziu o uso de uma ação adaptativa de forma que o algoritmo de otimização automodificasse o seu comportamento em resposta a uma condição de entrada específica e procurasse a seqüência de regras de otimização que melhor se aplicasse ao código-objeto entre as muitas seqüências possíveis resultantes da superposição de duas ou mais regras de otimização igualmente aplicáveis.

A utilização de autômatos adaptativos para o mapeamento de movimentos de robôs móveis autônomos pode ser apreciado em (SOUSA; HIRAKAWA; NETO, 2004a e 2004b). Inicialmente, o robô possuía um pequeno mapa do ambiente que era ampliado por meio dos caminhos percorridos por ele mesmo. Para tal, foi construído um algoritmo que utilizava técnicas adaptativas que inicialmente adicionavam algumas marcas livres que eram modificadas com informações obtidas pelos sensores. Sousa e Hirakawa (2005) demonstram o funcionamento da navegação do robô utilizando esta estrutura.

O trabalho proposto neste projeto tem como base principal a Tecnologia Adaptativa, sendo esta, uma tecnologia com a característica de auto-adaptação. No trabalho desenvolvido por Pistori (2003) foi empregada a Tecnologia Adaptativa para facilitar a interação de jogadores que possuem deficiência motora. Foi desenvolvido um jogo tradicional, o "Jogo da Velha", que permite ao jogador escolher o local onde jogará utilizando para isto a direção do olhar por meio de uma câmera. Outros trabalhos relacionados ao uso da Tecnologia Adaptativa empregada a jogos também foram realizados, porém estes foram apenas exemplos em sala de aula e não foram realizadas publicações sobre os mesmos. Neste sentido espera que o desenvolvimento desta pesquisa possa contribuir com publicações para esta área. O principal diferencial na Tecnologia Adaptativa é a forma razoavelmente simples que podemos transformar teorias já existentes, bem como fazer um reaproveitamento e estruturação destas para melhorar sua capacidade de respostas e interação.

O desenvolvimento níveis de dificuldades com Tecnologia Adaptativas faz com que seja facilitada a interação com o usuário, sem a necessidade de uma base de dados contemplando todas as possíveis reações de um jogador, porque cada regra inicial pode ser modificada de acordo com o ambiente ao qual está sendo trabalhado de forma que não necessita de alguém programando isso a cada nova ocorrência encontrada.

Este conceito de auto-modificação da Tecnologia Adaptativa, torna a Inteligência Artificial (muito encontrada em jogos que exigem determinados tipos de respostas ao usuário), possa ser trabalhada de forma mais simples, e eficiente desde que seja feito de forma correta o seu desenvolvimento, seguindo passos que por mais simples que pareçam, mostrem uma complexidade no que diz a atenção dispensada para não ter um sistema com falhas futuras.

### 3 Jogo de Truco Adaptativo

No mercado atual de jogos, a grande maioria dos jogos desenvolvidos apresenta um comportamento estático, com estruturas predefinidas, onde são informados somente os parâmetros iniciais e estes são utilizados durante todo o tempo de execução do jogo. Portanto, depois de certo tempo de jogo, o jogador acaba adquirindo uma prática e conhecimento do mesmo, tornando-o repetitivo, com isso o jogo acaba não causando mais os resultados propostos. O uso da Tecnologia Adaptativa nestes tipos de aplicação é proporcionar ao jogador um ambiente em que os jogos terão maior interação com o usuário.

#### 3.1 Descrição do Jogo

O jogo de Truco adaptativo é composto por um baralho com 40 cartas e melhores de 12 pontos. Dependendo do nível de jogo escolhido possui certo número de cartas adaptativas e diferentes regras de adaptação. O jogo possui três níveis:

- **Fácil:** nesta modalidade o jogo conta com 40 cartas sendo que delas 10 são adaptativas. As cartas adaptativas são divididas em três tipos de adaptabilidade:
  - cartas denominadas "Super Manilha", sendo uma para cada naipe;
  - cartas denominadas "Super Ás, Super Dois e Super Três", sendo uma para cada carta.
  - cartas denominadas "Carta de Troca", com esta carta você poderá substituir o valor atual dela por qualquer outra carta (exceto manilhas ou outras cartas adaptativas).

As cartas poderão ser usadas a qualquer momento do jogo, mas ela somente vale naquele turno em que foi utilizada, assim que alguém ganhe o turno que a carta adaptativa foi utilizada, no próximo turno as regras voltam ao normal.

- Médio: o jogo conta com 40 cartas sendo que delas 6 serão adaptativas, sendo divididas em dois tipos de adaptabilidade:
- cartas denominadas “Super Ás, Super Dois e Super Três”, sendo uma para cada carta.
- cartas denominadas “Carta de Troca”, com esta carta você poderá substituir o valor atual dela por qualquer outra carta (exceto manilhas ou outras cartas adaptativas).

Da mesma forma que no nível Fácil, as cartas poderão ser usadas a qualquer momento do jogo, ela somente valerá até que alguém vença a rodada ou caso o outro jogador possua outra carta adaptativa naquela rodada e queira mudar a mudança anterior, assim que acabar a rodada as regras voltam ao normal.

- **Difícil:** o jogo possuirá 40 cartas sendo que delas 3 serão adaptativas, sendo dividida em um único tipo de adaptabilidade:
  - cartas denominadas “Carta de Troca”, com esta carta você poderá substituir o valor atual dela por qualquer outra carta (exceto manilhas ou outras cartas adaptativas).

Tais cartas poderão ser utilizadas a qualquer momento do jogo, assim que utilizada está carta irá valer durante a partida toda ou até que o outro jogador mude com outra carta adaptativa a mudança feita anteriormente.

### 3.2 Uso de técnicas adaptativas no jogo de truco

Como pode ser integrada a Tecnologia Adaptativa no desenvolvimento deste jogo?

O jogo terá 3 tipos de aplicação da Tecnologia Adaptativa sendo usada nos diferentes níveis do jogo, denominados como:

- **Super Manilha**, esta carta valerá mais que cartas normais, que uma manilha do seu mesmo naipe e manilhas dos naipes menores (Exemplo:

Uma “Super Manilha de Espadas”, tem poder maior que uma manilha de Espadas normal, também ganha de uma “Super Manilha de Ouros” por ser de um naipe menor e de todas outras cartas normais, mas ela tem poder menor que uma manilha de Copas normal);

- **Super Ás, Super Dois e Super Três**, estas cartas irão gerar uma carta para o seu respectivo nome, cada uma delas tem o poder de matar a carta normal respectiva ao seu nome e também a carta adaptativa anterior a ela (Exemplo: Um “Super Dois” tem poder para vencer uma carta Dois normal e um “Super Ás” que é a sua anterior);
- **Carta de Troca**, poderá ser usada a qualquer momento do jogo fazendo a troca de valores entre duas cartas (Exemplo: Tenho uma “Carta de Troca” de valor 7, e gostaria de trocar ela, para que ela comece a valer como 3, sendo assim todos as cartas 7 valerão como 3 e vice versa, a “Carta de Troca” não funcionará com manilhas ou outras cartas adaptativas).

### 3.3 Modelagem do Jogo

Com base nos conceitos de Autômatos de Estados Finitos Adaptativos é apresentada nesta seção a modelagem do jogo de Truco Adaptativo. Inicialmente é apresentado um autômato de estados finitos tradicional que apresenta a modelagem de mudança de estado na ocorrência de cada uma das cartas de um baralho ao ser realizado o jogo de truco. Observa-se no referido autômato que a partir de um estado inicial  $q_0$  ao receber um estímulo de entrada (carta), o autômato evolui para um estado final referente à carta recebida. A Figura 1 ilustra tal situação.

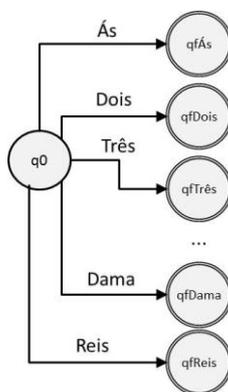
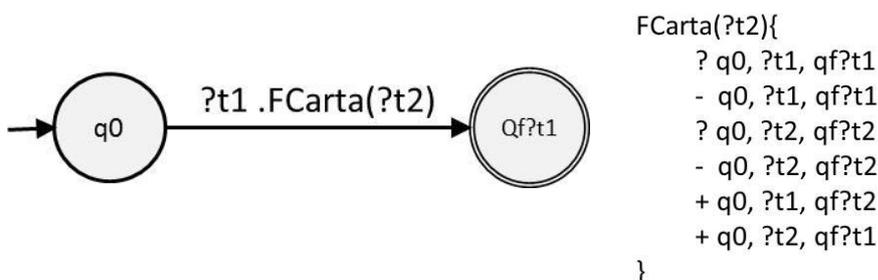


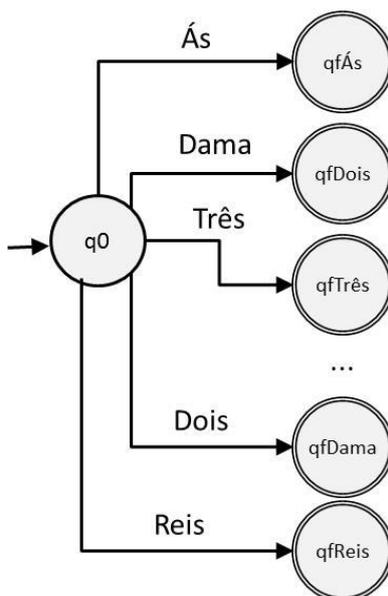
Figura 1. Autômato de Estados Finitos - Modelagem Cartas Baralho.

Conforme dito anteriormente o jogo proposto possui a característica que na ocorrência de uma carta adaptativa, pode ocorrer a permuta entre os valores das referidas cartas, Neste caso os valores são trocados conforme a escolha do jogador durante a partida. Sendo assim, é apresentado na Figura 2, um autômato finito adaptativo responsável por representar tal mudança.



**Figura 2. Autômato Finito Adaptativo Troca de Cartas.**

A função FCarta() apresentada na Figura 2 é responsável por realizar a permuta dos valores das faces de carta escolhidos durante a realização do jogo. Tal função recebe como parâmetro o valor da carta que deve ser permutada. Inicialmente são realizadas ações de consulta que recuperam a transição da carta a ser permutada, depois de recuperada a transição ocorre à remoção da mesma, por fim são adicionadas as novas transições. Na Figura 3 é apresentado um autômato que ilustra a permuta de valores entre as cartas Dois e Dama.



**Figura 3. Autômato depois da ocorrência da função adaptativa FCarta().**

### 3.4 Desenvolvimento

Para o desenvolvimento do jogo foi utilizada a linguagem de programação C++ e a biblioteca Allegro<sup>1</sup>. Nesta primeira etapa foi desenvolvida a estrutura básica para o jogo de truco e foram adicionadas as funções adaptativas para a permuta de cartas. Numa segunda etapa, estão sendo adicionadas as demais funcionalidades. Na Figura 4 é apresentada a definição da estrutura de dados do jogo.

```
class Carta{
public:
    int num;
    int naipe;
};

class Jogador{
private:
    int cartas[3];
    int mao, partida;
public:
    void (*act) ();
    void jogarCarta();
    void novaRodada();
    void novaPartida();
    void operator=(void());
};

void Jogador::operator=(void controller()){
    act = controller;
}

void Jogador::novaRodada(){
    mao = 0;
}
```

Figura 4. Definição da Estrutura de Dados do Jogo.

Na Figura 5, logo abaixo, é apresentada a interface do jogo, pode ser observado que a mesma é simples e de fácil manipulação.



Figura 5. Interface do Jogo de Truco Adaptativo.

<sup>1</sup> <https://www.allegro.cc/>

## 4 Conclusão

Neste trabalho foram apresentados conceitos de Tecnologia Adaptativa e a sua aplicação no desenvolvimento de jogos de computadores. Espera-se que o jogo desenvolvido proporcione não só aos jogadores uma nova experiência em níveis de dificuldades inteligentes, como também dar uma motivação maior àqueles jogadores iniciantes e que sempre tiveram dificuldades com os mesmo.

Quanto ao uso da Tecnologia Adaptativa pode ser observado que a mesma permite a adição de novas funcionalidades em tempo de execução e desta forma permite aos jogadores colocarem seus conhecimentos e estratégias durante o jogo. Tais possibilidades permitem que os jogos não sejam mecânicos como a maioria dos jogos existentes, nos quais é o jogador tem previsão dos próximos passos que ocorrerão.

Devido a problemas pessoais enfrentados pelo orientado durante a realização do projeto, o mesmo não pode realizar a codificação do jogo. Sendo assim, o aluno Luiz Henrique Madureira realizou a codificação do jogo e o mesmo optou pela linguagem C++, biblioteca Allegro, para ambiente desktop. Tais ações ocorreram devido ao tempo necessário para integralização do projeto e estudo da linguagem para desenvolvimento móvel não ser suficiente, uma vez que o aluno Luiz Henrique não tinha conhecimento sobre tais assuntos. O trabalho realizado demonstrou que tanto a linguagem C++, quanto a biblioteca Allegro foram suficientes para realizar o desenvolvimento do jogo.

Como trabalhos futuros sugere-se finalização do jogo com as demais fases definidas e a sua reescrita para uma linguagem que permita que o mesmo seja executado em dispositivos móveis. Também é sugerido que o jogo seja utilizado por jogadores e que estudos sejam realizados para a aplicação de outras técnicas adaptativas.

## Referências Bibliográficas

ALMEIDA, J.R. **STAD - Uma ferramenta para representação e simulação de sistemas através de statecharts adaptativos.** Tese de Doutorado, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

CAMOLESI, A.R. **Modeling a tool for the generation of programming environments for adaptive formalism.** International Conference on Adaptive and Natural Computing Algorithms (ICANNGA 2005), Springer Verlag editor, pp. 341-344, Coimbra University, Coimbra, Portugal, 21 - 23 march 2005.

CAMOLESI, A.R. **Uma metodologia para o Design de Serviços de TV-Interativa.** Dissertação de Mestrado, PPG-CC, UFSCar, 2000.

CAMOLESI, A.R.; NETO, J.J. **An adaptive model for specification of distributed systems.** IX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, La Plata, Argentina, 6-10 de Outubro, 2003.

CAMOLESI, A.R.; NETO, J.J. **Modelagem Adaptativa de Aplicações Complexas.** XXX Conferencia Latinoamericana de Informática - CLEI'04. Arequipa - Peru, Setiembre 27 - Octubre 1, 2004a.

CAMOLESI, A.R.; NETO, J.J. **Modelagem AMBER<sub>Adp</sub> de um Ambiente para Gerenciamento de Ensino a Distância.** Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE 2002, pp. 401-409, São Leopoldo, RS, Novembro 12-14, 2002.

CAMOLESI, A.R.; NETO, J.J. **Representação Intermediária para Dispositivos Adaptativos Dirigidos por Regras.** 3rd International Information and Telecommunication Technologies Symposium, UFSCar, São Carlos, Brasil, 2004b.

FREITAS, A.V. ; NETO, J.J. **Uma Ferramenta para Construção de Aplicações Multilinguagens de Programação.** CACIC'2001 - Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, 15-20 Outubro, El Calafate, Argentina, 2001.

FREITAS, A.V. **Aspectos do projeto e implementação de ambientes multilinguagens de programação.** Dissertação de Mestrado, USP, São Paulo, 2000.

FREITAS, A.V.; NETO, J.J. **Ambiente Multilinguagem de Programação - Aspectos do Projeto e Implementação.** Boletim Técnico PBT/PCS/0109, ISSN 1413, 215X, Escola Politécnica, São Paulo, 2000b.

FREITAS, A.V.; NETO, J.J. **Aspectos da Implementação de um Ambiente Multilinguagem de Programação.** Anais do CACIC2000 - VI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Ushuaia, Argentina, 2000a.

HAREL D. et al. **On the formal semantics of statecharts**. In: Symposium on logic in Computer Science, 2°, Ithaca, Proceedings, IEEE Press, pp. 54-64, New York, 1987.

IWAI; M.K. **Um formalismo gramatical adaptativo para linguagens dependentes de contexto**. Tese de Doutorado, USP, São Paulo, 2000.

LUZ, J.C. **Tecnologia adaptativa aplicada à otimização de código em compiladores**. Dissertação de Mestrado, USP, São Paulo, 2004.

LUZ, J.C.; NETO, J.J. **Tecnologia adaptativa aplicada à otimização de código em compiladores**. IX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, La Plata, Argentina, 6-10 de Outubro, 2003.

NETO J.J. **Introdução a Compilação**. EDITORA: LTC, Rio de Janeiro, 1987

NETO, J.J. **Adaptive Rule-Driven Devices - General Formulation and Case Study**. Lecture Notes in Computer Science. Watson, B.W. and Wood, D. (Eds.): Implementation and Application of Automata 6th International Conference, CIAA 2001, Springer-Verlag, Vol.2494, pp. 234-250, Pretoria, South Africa, July 23-25, 2001.

NETO, J.J. **Contribuições à metodologia de construção de compiladores**. Tese de Livre Docência, USP, São Paulo, 1993.

NETO, J.J. **Cross-Assemblers para Microprocessadores - Geração Automática Através do SPD**. I CONAI - Congresso Nacional de Automação Industrial, pp. 501-509, São Paulo, 1983.

NETO, J.J. e MAGALHÃES, M.E.S. **Um Gerador Automático de Reconhedores Sintáticos para o SPD**. VIII SEMISH - Seminário de Software e Hardware, pp. 213-228, Florianópolis, 1981.

NETO, J.J. **Uma Solução Adaptativa para Reconhedores Sintáticos**. Anais EPUSP - Engenharia de Eletricidade - série B, vol. 1, pp. 645-657, São Paulo, 1988.

NETO, J.J.; ALMEIDA Jr.J.R.; NOVAES, J.M. **Synchronized Statecharts for Reactive Systems**. Proceedings of the IASTED International Conference on Applied Modelling and Simulation, pp.246-251, Honolulu, Hawai, 1998.

NETO, J.J.; IWAI, M.K. **Adaptive Automata for Syntax Learning**. CLEI 98 - XXIV Conferencia Latinoamericana de Informatica, MEMORIAS. pp. 135-149, Quito, Equador, 1998.

NETO, J.J.; SILVA, P.S.M. **An adaptive framework for the design of software specification language**. Proceedings of the International Conference on Adaptive and Natural Computing Algorithms (ICANNGA), Springer Verlag editor, pp. 349-352, Coimbra University, Coimbra, Portugal, 21 - 23 march 2005.

NOVAES, J.M. **Um formalismo adaptativo com mecanismo de sincronização para aplicações concorrentes.** Dissertação de Mestrado, USP, São Paulo, 1997.

NOVAES, J.M. **Um formalismo adaptativo com mecanismo de sincronização para aplicações concorrentes.** Dissertação de Mestrado, USP, São Paulo, 1997.

PEREIRA, J.C.D. **Ambiente integrado de desenvolvimento de reconhecedores sintáticos, baseado em autômatos adaptativos.** Dissertação de Mestrado, USP, São Paulo, 1999.

PEREIRA, J.C.D.; NETO, J.J. **Um Ambiente de Desenvolvimento de Reconhecedores Sintáticos Baseado em Autômatos Adaptativos.** II Simpósio Brasileiro de Linguagens de Programação - SBLP97, pp. 139-150, Campinas, 1997.

PISTORI H. et al. **Adaptive finite states automata and genetic algorithms: merging individual adaptation and population evolution.** International Conference on Adaptive and Natural Computing Algorithms (ICANNGA), Springer Verlag editor, pp. 333-336, Coimbra University, Coimbra, Portugal, 21 - 23 march 2005.

PISTORI, H. **Tecnologia Adaptativa em Engenharia de Computação: Estado da Arte e Aplicações.** Tese de Doutorado, USP, São Paulo, 2003.

PISTORI, H.; NETO, J.J. **AdapTree - Proposta de um Algoritmo para Indução de Árvores de Decisão Baseado em Técnicas Adaptativas.** Anais Conferência Latino Americana de Informática - CLEI 2002, Montevideo, Uruguai, Novembro, 2002.

PISTORI, H.; NETO, J.J.; COSTA, E.R. **Utilização de Tecnologia Adaptativa na Detecção da Direção do Olhar.** SPC Magazine, v.2., n.2, pp.22-29, Lima, Perú, Maio, 2003.

QUARTEL, D. **Actions Relations – Basic design concepts for behaviour modelling and refinement.** Ph.D Thesis Twente University, Netherlands, 1997.

ROCHA, R.L.A. **Um método de escolha automática de soluções usando tecnologia adaptativa.** Tese de Doutorado, USP, São Paulo, 2000.

ROCHA, R.L.A. **Uma proposta de uso de tecnologia adaptativa para simulação de redes neurais em um dispositivo computacional.** In: IX Encuentro Chileno de Computación 2001, Punta Arenas. Proceedings of the Encuentro Chileno de Computación. Punta Arenas: Universidad de Magallanes, v. CD-ROM, pp. 1-9, 2001.

ROCHA, R.L.A.; NETO, J.J. **Construção e Simulação de Modelos Baseados em Autômatos Adaptativos em Linguagem Funcional.** Proceedings of ICIE 2001 - International Congress on Informatics Engineering, Buenos Aires:

Computer Science Department - University of Buenos Aires, v. CD-ROM, pp. 509-521, 2001.

ROCHA, R.L.A.; NETO, J.J. **Uma proposta de método adaptativo para a seleção automática de soluções**. Proceedings of ICIE Y2K - International Congress on Informatics Engineering, Buenos Aires, 2000.

RUBINSTEIN, R.; SHUTT, J.N. **Self-modifying finite automata**. In: *Proceeding of the 13th IFIP World Computer Congress*. Amsterdam: North-Holland: [s.n.], 1994.

RUBINSTEIN, R.; SHUTT, J.N. **Self-Modifying Finite Automata**. Worcester, Massachusetts, December 1993.

RUBINSTEIN, R.; SHUTT, J.N. **Self-modifying finite automata: An introduction**. *Information Processing Letters*, v. 56, n. 4, p. 185-190, 1995.

SHUTT, J.N. **Recursive Adaptable Grammars**. 1993.

SHUTT, J.N. **Self-Modifying Finite Automata - Power and Limitations**. Worcester, Massachusetts, 1995.

SOUSA, M.A.A.; HIRAKAWA, A.R. **Robotic mapping and navigation in unknown environment using adaptive automata**. International Conference on Adaptive and Natural Computing Algorithms (ICANNGA), Springer Verlag editor, pp 345-348, Coimbra University, Coimbra, Portugal, 21 - 23 march 2005.

SOUSA, M.A.A.; HIRAKAWA, A.R.; NETO, J.J. **Adaptive automata for mobile robotic mapping**. Proceedings of VIII Brazilian Symposium on Neural Networks - SBRN'04. São Luís/MA - Brazil. September 29 - October 1, 2004a.

SOUSA, M.A.A.; HIRAKAWA, A.R.; NETO, J.J. **Adaptive automata for mapping unknown environments by mobile robots**. Lecture Notes in Artificial Intelligence. C. Lemaître, C. A. Reyes, J. A. González (Eds.): Advances in Artificial Intelligence - IBERAMIA 2004, Springer-Verlag, pp 562-571, 2004b.

STAD. **State-Charts Adaptativos**. em [www.pcs.usp.br/Ita](http://www.pcs.usp.br/Ita) , visitado em Janeiro de 2009.

TORRESINI, E. **Colméia: Tecnologia Adaptativa de Entrada de Dados ao Computador**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.