

6

Análise e Construção de Estratégias

Neste capítulo será demonstrado como analisar e construir estratégias em jogos. Para tanto é necessário definir um jogo com estratégias na linguagem RollGame (seção 4.5) e utilizar a tradução de jogo com estratégias na linguagem de um verificador de modelos (seção 5.2.2). Como a tradução foi feita para a linguagem do SMV será utilizado a lógica CTL para a realização de análise e construção de estratégias. Na seção 6.1 será apresentado como se realiza a análise de estratégias e a seção 5.2 apresentará como criar estratégias a partir de um conjunto inicial de estratégias. As traduções e execuções serão realizadas utilizando a ferramenta StratAn-RollGame (seção 5.2.3). A figura 6.1 mostra um jogo definido na linguagem RollGame e transformado pela ferramenta StratAn-RollGame na linguagem de especificação de modelos do SMV. A partir daí é executado o SMV gerando o resultado da análise. Estas últimas podem ser utilizadas para ajustar as estratégias.

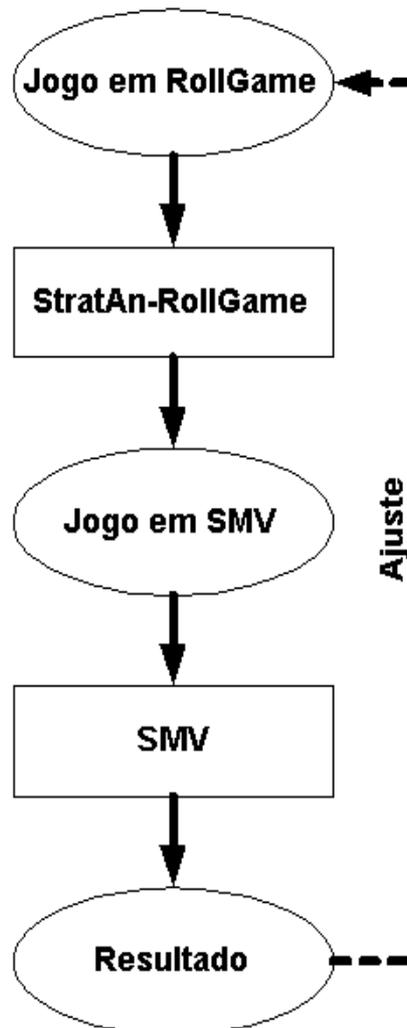


Figura 6.1 - Análise e Construção de Estratégias

Será utilizado o exemplo do jogo da velha para exemplificar como são feitas as análises (seção 6.1) e a criação de estratégias (seção 6.2). A seção 6.3 mostrará outros exemplos de análises de estratégias para um jogo sobre a possível guerra contra o Iraque. Para maiores detalhes sobre o jogo da velha e sobre o jogo sobre a guerra do Iraque vá ao apêndices A e B.

Exemplo 7 *Jogo da Velha:* O jogo da velha possui dois jogadores, jogador 1 e jogador 2, que jogam de forma alternada. Possui um tabuleiro em forma de uma matriz 3×3 com nove casas e inicialmente todas as casas vazias. Cada jogador tem um conjunto de peças, do tipo x e o para o jogador 1 e jogador 2 respectivamente, e pode distribuir uma peça a cada jogada que lhe é permitida em uma casa vazia. O jogador 1 começa jogando. O jogo termina quando um dos jogadores completar três x ou três o em linha, coluna ou diagonal, ou ainda quando não existir mais casas vazias. O tabuleiro é representado abaixo como as variáveis $x_1, x_2, x_3, y_1, y_2, y_3, z_1, z_2, z_3$ que podem estar branco (b) ou serem marcadas com x ou o . A matriz abaixo mostra a estrutura do tabuleiro.

$x1$	$x2$	$x3$
$y1$	$y2$	$y3$
$z1$	$z2$	$z3$

6.1 Análises de Estratégias do Jogo da Velha

Chama-se de análise de estratégias uma propriedade sobre o comportamento dos jogadores de um jogo com estratégias. Para realizar a análise é necessário definir a mesma através de uma fórmula lógica em CTL. A partir da especificação do jogo em RollGame contendo a análise em CTL, utiliza-se a ferramenta StratAn-RollGame para fazer a tradução da linguagem RollGame na linguagem do SMV e, também, a execução do verificador de modelos SMV com a finalidade de verificar se a propriedade em CTL é válida ou não. Se ela for válida será retornado verdadeiro para a fórmula. Caso contrário, mostra-se uma seqüência de jogadas que fazem com que a propriedade seja inválida. A seguir serão apresentados algumas análises realizadas no estudo de caso 1 do apêndice. Abaixo estará descrito como foi definido as estratégias para o jogador 1 do jogo da velha.

1. A primeira jogada deve ser em $x1$;
2. Se puder ganhar o jogo, deverá ganhar;
3. Se 2 não for verdade, evitar que o jogador 2 ganhe;
4. Se 3 não for verdade, jogar nas pontas se puder ganhar;
5. Se 4 não for verdade, jogar de forma aleatória.

A seguir será apresentado, de forma resumida, a especificação do jogo da velha com estratégias.

```

ESTADO
VARIAVEIS_ESTADO
x1 : {b,x,o};
x2 : {b,x,o};
...
z3 : {b,x,o};
JOGADORES
jg1: boolean;
jg2: boolean;
ESTADO_INICIAL
VARIAVEIS_ESTADO_INICIAIS
x1 := b;
x2 := b;
...
z3 := b;
JOGADORES_INICIAIS

```

```

jg1 := 1;
jg2 := 0;
ACOES
(x1 = b)&(jg1 = 1)&(jg2=0)&(fim=0) -> {x1:=x;jg1:=0;jg2:=1;};
(x2 = b)&(jg1 = 1)&(jg2=0)&(fim=0) -> {x2:=x;jg1:=0;jg2:=1;};
...
(z3 = b)&(jg1 = 1)&(jg2=0)&(fim=0) -> {z3:=x;jg1:=0;jg2:=1;};
...
(x1 = b)&(jg1 = 0)&(jg2=1)&(fim=0) -> {z1:=o;jg1:=1;jg2:=0;};
(x2 = b)&(jg1 = 0)&(jg2=1)&(fim=0) -> {z2:=o;jg1:=1;jg2:=0;};
...
(z3 = b)&(jg1 = 0)&(jg2=1)&(fim=0) -> {z3:=o;jg1:=1;jg2:=0;};
ESTRATEGIAS
(x1=b&x2=b&x3=b&y1=b&y2=b&y3=b&z1=b&z2=b&z3=b)
&(jg1 = 1)&(jg2=0)
-> {x1:=x;jg1:=0;jg2:=1;};
((jogada_final_x2_jg1=1)
|(jogada_final_jg1=0&jogada_final_x2_jg2=1)
|(jogada_final_jg1=0&jogada_final_jg2=0&jogada_pontas=0))
&(jg1 = 1)&(jg2=0)&(x2=b)&(x1=x)&(fim=0)
-> {x2:=x;jg1:=0;jg2:=1;};
((jogada_final_x3_jg1=1)
|(jogada_final_jg1=0&jogada_final_x3_jg2=1)
|(jogada_final_jg1=0&jogada_final_jg2=0&jogada_x3_jg1=1)
|(jogada_final_jg1=0&jogada_final_jg2=0&jogada_pontas=0))
&(jg1 = 1)&(jg2=0)&(x3=b)&(x1=x)&(fim=0)
-> {x3:=x;jg1:=0;jg2:=1;};
...
((jogada_final_z3_jg1=1)
|(jogada_final_jg1=0&jogada_final_z3_jg2=1)
|(jogada_final_jg1=0&jogada_final_jg2=0&jogada_z3_jg1=1)
|(jogada_final_jg1=0&jogada_final_jg2=0&jogada_pontas=0))
&(jg1 = 1)&(jg2=0)&(z3=b)&(x1=x)&(fim=0)
-> {z3:=x;jg1:=0;jg2:=1;};
(x1 = b)&(jg1 = 0)&(jg2=1)&(fim=0) -> {x1:=o;jg1:=1;jg2:=0;};
(x2 = b)&(jg1 = 0)&(jg2=1)&(fim=0) -> {x2:=o;jg1:=1;jg2:=0;};
...
(z3 = b)&(jg1 = 0)&(jg2=1)&(fim=0) -> {z3:=o;jg1:=1;jg2:=0;};
DEFINICOES
fim := fim_jg1 | fim_jg2 | fim_sem_ganhador;
fim_jg1:=
( ((x1=x)&(x2=x)&(x3=x))
...
| ((x3=x)&(y2=x)&(z1=x)) );
fim_jg2 := ( ((x1=o)&(x2=o)&(x3=o))
...

```

```

    | ((x3=o)&(y2=o)&(z1=o) );
fim_sem_ganhador :=
    ((!(x1=b))&(!(x2=b))&(!(x3=b)))
    &(!(y1=b))&(!(y2=b))&(!(y3=b))
    &(!(z1=b))&(!(z2=b))&(!(z3=b))
    &(fim_jg1=0)&(fim_jg2=0));
jogada_final_x1_jg1 :=
    ((x1=b&x2=x&x3=x)
    |(x1=b&y1=x&z1=x)
    |(x1=b&y2=x&z3=x));
...
jogada_final_z3_jg2 :=
    ((z3=b&z1=o&z2=o)
    |(z3=b&y3=o&x3=o)
    |(z3=b&y2=o&x1=o));
jogada_final_jg1 := ((jogada_final_x1_jg1)
...
    |(jogada_final_z3_jg1));
jogada_final_jg2 := ( (jogada_final_x1_jg2)
...
    |(jogada_final_z3_jg2));
jogada_x3_jg1 := (x1=x & x3=b &
    ((x2=b & ( (y2=b&z1=b)|(y3=b&z3=b) )
    |( (y2=b&z1=b)&(y3=b&z3=b) )) );
jogada_z1_jg1 := (x1=x &z1=b &
    ((y1=b & ( (y2=b&x3=b)|(z2=b&z3=b) )
    |( (y2=b&x3=b)&(z2=b&z3=b) )) );
jogada_z3_jg1 := (x1=x &z3=b & ((!y1=o & !z2=o)&(!x2=o & !y3=o))
    &(((y2=b & ( (z2=b&z1=b)|(y3=b&z3=b) )
    |( z2=b&z1=b&y3=b&z3=b )) );
jogada_pontas :=
    (jogada_z3_jg1 | jogada_z1_jg1 |jogada_x3_jg1);
jogada_x3_jg1 :=
    (x3=b & ((!y3=o & !z3=o &!x2=o)|(z3=o&!y2=o&!z1=o));
jogada_z1_jg1 :=
    (z1=b & ((!y1=o & !z2=o & !z3=o) |(z3=o&!y2=o&!x3=o));
jogada_z3_jg1 :=
    (z3=b & ((!y3=o & !x3=o & !z1=o & !z2=o)|(!y2=o));

```

A seguir serão apresentados quatro exemplos de análises, onde cada fórmula CTL será verdadeira ou falsa no jogo acima especificado. Os dois primeiros exemplos retornam verdadeiro e será mostrado uma figura para cada um com o resultado da execução do SMV. Os dois últimos exemplos retornam falso e será mostrado uma figura com as seqüências de jogadas que tornam a propriedade falsa para cada um. Para ver o resultado completo da saída da execução vá ao apêndice.

Exemplo 8 *Verificar que o jogador 2 nunca vence:*

Esta propriedade é representado pela fórmula $!EF(e.fim_jg2)$ que é verdadeira.

```
-- specification !EF e.fim_jg2 is true

resources used:
processor time: 3.275 s,
BDD nodes allocated: 57672
Bytes allocated: 2088264
BDD nodes representing transition relation: 7367 + 1
```

Figura 6.1.1 - Resultado da execução do SMV mostrando que a fórmula CTL é falsa

Exemplo 9 *Garantir que a estratégia definida para o jogador 1 sempre vence ou pelo menos empata:*

Esta propriedade é representado pela fórmula $AF(e.fim_jg1 \mid e.fim_sem_ganhador)$ que é verdadeira.

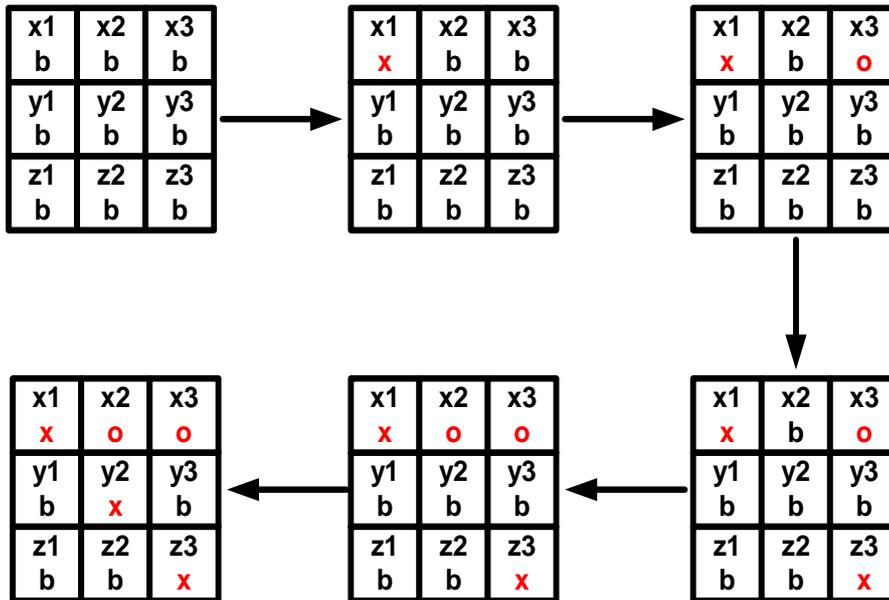
```
-- specification AF (e.fim_jg1 | e.fim_sem_ganhador) is true

resources used:
processor time: 227.087 s,
BDD nodes allocated: 86104
Bytes allocated: 2547016
BDD nodes representing transition relation: 7367 + 1
```

Figura 6.1.2 - Resultado da execução do SMV mostrando que a fórmula CTL é falsa

Exemplo 10 *Mostrar um exemplo de quando o jogador 1 vence:*

Esta propriedade é representado pela fórmula $!EF(e.fim_jg1)$ que é falsa.

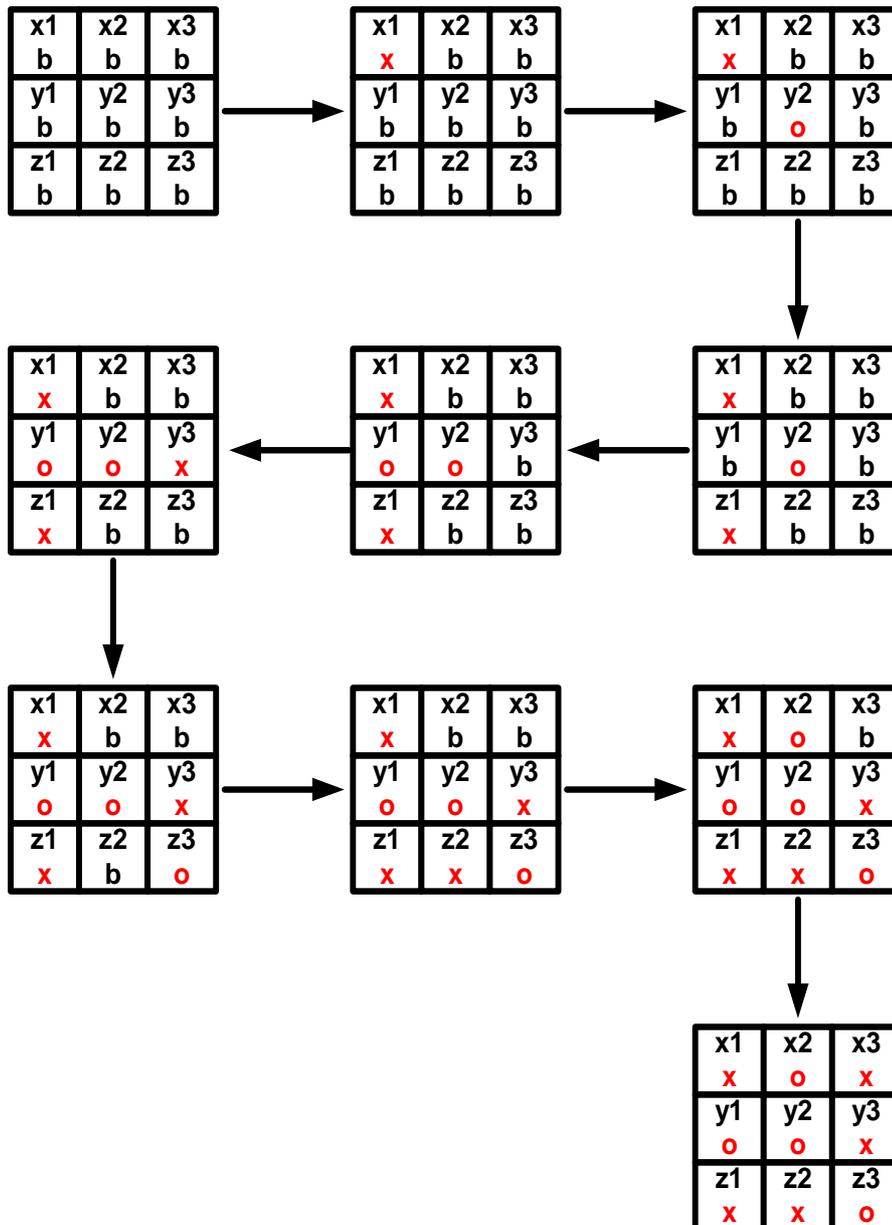


```
-- specification !EF e.fim_jg1 is false
resources used:
processor time: 3.685 s,
BDD nodes allocated: 53487
Bytes allocated: 2022728
BDD nodes representing transition relation: 7367 + 1
```

Figura 6.1.3 - Resultado da execução do SMV mostrando uma sequência de jogadas que faz o jogador 1 ganhar

Exemplo 11 *Mostrar um exemplo de quando não há vencedor:*

Esta propriedade é representado pela fórmula $!EF(e.fim_sem_ganhador)$ que é falsa.



```
-- specification !EF e.fim_sem_ganhador is false
resources used:
processor time: 4.526 s,
BDD nodes allocated: 55543
Bytes allocated: 2022728
BDD nodes representing transition relation: 7367 + 1
```

Figura 6.1.4 - Resultado da execução do SMV mostrando uma seqüência de jogadas onde não há ganhador

6.2 Construção de Estratégias para o Jogo da Velha

Pode-se utilizar a técnica de verificação de modelos para construir novas estratégias a partir de um jogo com estratégias. Para tanto, é necessário analisar o jogo e verificar se as análises foram satisfeitas; caso contrário, serão gerados contra-exemplos. A partir daí, deve-se observar onde as estratégias não obedeceram as análises desejadas, e então, alterá-las. Este processo pode ser repetido até que o conjunto de estratégias seja considerado satisfatório. Note-se que o conceito de satisfatório depende do jogo e das análises.

A seguir será mostrado o modo pelo qual, a partir do jogo da velha com estratégias definidas abaixo, criou-se o jogo com estratégias definido no estudo de caso 1 do apêndice. Seja o jogo da velha com as seguintes estratégias:

1. A primeira jogada deve ser em x1;
2. Se puder ganhar o jogo, deverá ganhar;
3. Se 2 não for verdade, evitar que o jogador 2 ganhe;
4. Se 3 não for verdade, jogar nas pontas;
5. Se 4 não for verdade, jogar de forma aleatória.

ESTADO

VARIAVEIS_ESTADO

x1 : {b,x,o};

x2 : {b,x,o};

...

z3 : {b,x,o};

JOGADORES

jg1: boolean;

jg2: boolean;

ESTADO_INICIAL

VARIAVEIS_ESTADO_INICIAIS

x1 := b;

x2 := b;

...

z3 := b;

JOGADORES_INICIAIS

jg1 := 1;

jg2 := 0;

ACOES

(x1 = b)&(jg1 = 1)&(jg2=0)&(fim=0) -> {x1:=x;jg1:=0;jg2:=1};

(x2 = b)&(jg1 = 1)&(jg2=0)&(fim=0) -> {x2:=x;jg1:=0;jg2:=1};

...

(z3 = b)&(jg1 = 1)&(jg2=0)&(fim=0) -> {z3:=x;jg1:=0;jg2:=1};

...

(z2 = b)&(jg1 = 0)&(jg2=1)&(fim=0) -> {z2:=o;jg1:=1;jg2:=0};

(z3 = b)&(jg1 = 0)&(jg2=1)&(fim=0) -> {z3:=o;jg1:=1;jg2:=0};

ESTRATEGIAS

(x1=b&x2=b&x3=b&y1=b&y2=b&y3=b&z1=b&z2=b&z3=b)
&(jg1 = 1)&(jg2=0)

-> {x1:=x;jg1:=0;jg2:=1};

((jogada_final_x2_jg1=1)

|(jogada_final_jg1=0&jogada_final_x2_jg2=1)

|(jogada_final_jg1=0&jogada_final_jg2=0&jogada_pontas=0))

&(jg1 = 1)&(jg2=0)&(x2=b)&(x1=x)&(fim=0)

-> {x2:=x;jg1:=0;jg2:=1};

((jogada_final_x3_jg1=1)

|(jogada_final_jg1=0&jogada_final_x3_jg2=1)

|(jogada_final_jg1=0&jogada_final_jg2=0&jogada_pontas=1))

&(jg1 = 1)&(jg2=0)&(x3=b)&(x1=x)&(fim=0)

-> {x3:=x;jg1:=0;jg2:=1};

((jogada_final_y1_jg1=1)

|(jogada_final_jg1=0&jogada_final_y1_jg2=1)

|(jogada_final_jg1=0&jogada_final_jg2=0&jogada_pontas=0))

&(jg1 = 1)&(jg2=0)&(y1=b)&(x1=x)&(fim=0)

-> {y1:=x;jg1:=0;jg2:=1};

((jogada_final_y2_jg1=1)

|(jogada_final_jg1=0&jogada_final_y2_jg2=1)

|(jogada_final_jg1=0&jogada_final_jg2=0&jogada_pontas=0))

&(jg1 = 1)&(jg2=0)&(y2=b)&(x1=x)&(fim=0)

-> {y2:=x;jg1:=0;jg2:=1};

((jogada_final_y3_jg1=1)

|(jogada_final_jg1=0&jogada_final_y3_jg2=1)

|(jogada_final_jg1=0&jogada_final_jg2=0&jogada_pontas=0))

&(jg1 = 1)&(jg2=0)&(y3=b)&(x1=x)&(fim=0)

-> {y3:=x;jg1:=0;jg2:=1};

((jogada_final_z1_jg1=1)

|(jogada_final_jg1=0&jogada_final_z1_jg2=1)

|(jogada_final_jg1=0&jogada_final_jg2=0&jogada_pontas=1))

&(jg1 = 1)&(jg2=0)&(z1=b)&(x1=x)&(fim=0)

-> {z1:=x;jg1:=0;jg2:=1};

((jogada_final_z2_jg1=1)

|(jogada_final_jg1=0&jogada_final_z2_jg2=1)

|(jogada_final_jg1=0&jogada_final_jg2=0&jogada_pontas=0))

&(jg1 = 1)&(jg2=0)&(z2=b)&(x1=x)&(fim=0)

-> {z2:=x;jg1:=0;jg2:=1};

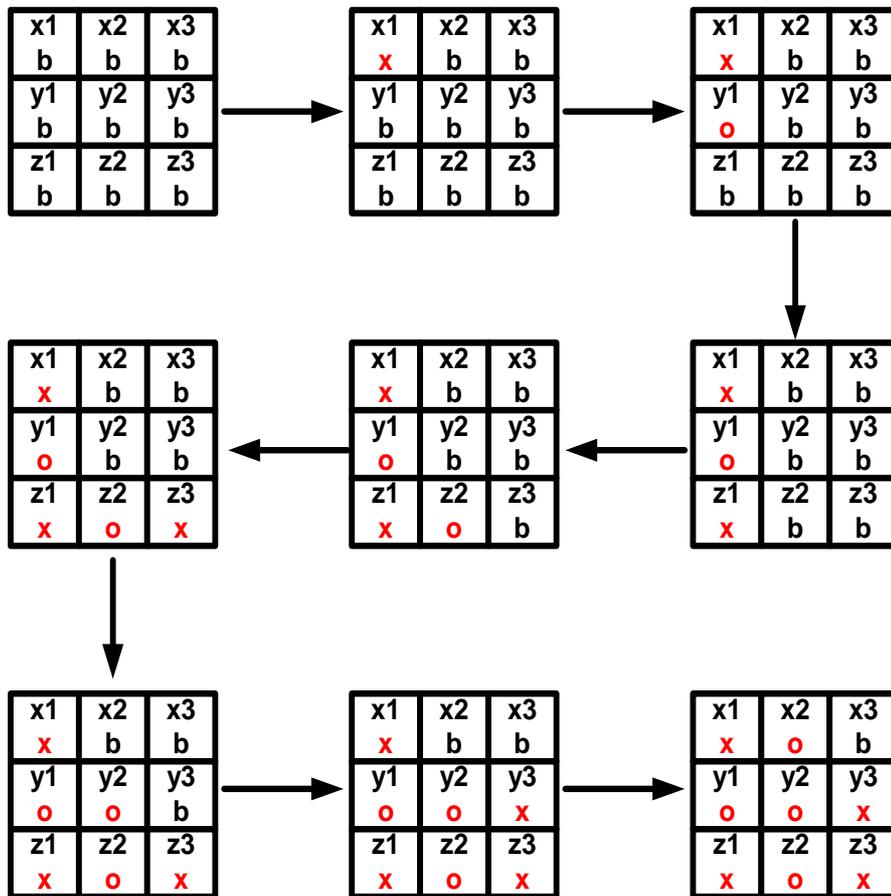
((jogada_final_z3_jg1=1)

```

|(jogada_final_jg1=0&jogada_final_z3_jg2=1)
|(jogada_final_jg1=0&jogada_final_jg2=0&jogada_pontas=1))
&(jg1 = 1)&(jg2=0)&(z3=b)&(x1=x)&(fim=0)
  -> {z3:=x;jg1:=0;jg2:=1;};
(x1 = b)&(jg1 = 0)&(jg2=1)&(fim=0) -> {x1:=o;jg1:=1;jg2:=0;};
(x2 = b)&(jg1 = 0)&(jg2=1)&(fim=0) -> {x2:=o;jg1:=1;jg2:=0;};
...
(z3 = b)&(jg1 = 0)&(jg2=1)&(fim=0) -> {z3:=o;jg1:=1;jg2:=0;};
DEFINICOES
fim := fim_jg1 | fim_jg2 | fim_sem_ganhador;
fim_jg1:=
  ( ((x1=x)&(x2=x)&(x3=x))
  ...
  | ((x3=x)&(y2=x)&(z1=x)) );
fim_jg2 := ( ((x1=o)&(x2=o)&(x3=o))
  ...
  | ((x3=o)&(y2=o)&(z1=o)) );
fim_sem_ganhador :=
  ((!(x1=b))&(!(x2=b))&(!(x3=b)))
  &(!(y1=b))&(!(y2=b))&(!(y3=b))
  &(!(z1=b))&(!(z2=b))&(!(z3=b))
  &(fim_jg1=0)&(fim_jg2=0));
jogada_final_x1_jg1 :=
  ((x1=b&x2=x&x3=x)|(x1=b&y1=x&z1=x)|(x1=b&y2=x&z3=x));
jogada_final_x2_jg1 :=
  ((x2=b&x1=x&x3=x)|(x2=b&y2=x&z2=x));
...
jogada_final_z3_jg1 :=
  ((z3=b&z1=x&z2=x)|(z3=b&y3=x&x3=x)|(z3=b&y2=x&x1=x));
jogada_final_x1_jg2 :=
  ((x1=b&x2=o&x3=o)|(x1=b&y1=o&z1=o)|(x1=b&y2=o&z3=o));
...
jogada_final_z3_jg2 :=
  ((z3=b&z1=o&z2=o)|(z3=b&y3=o&x3=o)|(z3=b&y2=o&x1=o));
jogada_final_jg1 :=
  ((jogada_final_x1_jg1)|(jogada_final_x2_jg1)|(jogada_final_x3_jg1)
  ...
  | (jogada_final_z1_jg1|(jogada_final_z2_jg1)|(jogada_final_z3_jg1)));
jogada_final_jg2 :=
  ((jogada_final_x1_jg2)|(jogada_final_x2_jg2)|(jogada_final_x3_jg2)
  ...
  | (jogada_final_z1_jg2)|(jogada_final_z2_jg2)|(jogada_final_z3_jg2));
jogada_pontas :=
  (x3=b | z1=b | z3=b);

```

Exemplo 12 Neste jogo, a análise a ser feita é verificar se o jogador 2 não consegue ganhar do jogador 1. A figura 6.2.1 mostra que as estratégias acima definidas não fazem com que o jogador 1 sempre consiga vencer ou empatar. Desta forma, sua estratégia deve ser melhorada. A seqüência de jogadas abaixo mostra que não é satisfatório para as estratégias do jogador 1 jogar nas pontas de qualquer forma. Deve-se então tentar melhorar a forma de jogar nas pontas. Deve-se jogar em cada ponta somente se existir uma condição de vitória para a mesma.



```
-- specification !EF (fim_jg2) is false
resources used:
processor time: 0.766 s,
BDD nodes allocated: 57365
Bytes allocated: 2088312
BDD nodes representing transition relation: 7234 + 1
```

Figura 6.2.1- Resultado da execução do SMV mostrando uma seqüência de jogadas onde o jogador 2 ganha

6.3 Análises de Estratégias do Jogo sobre a Guerra do Iraque

O mundo se encontra na iminência de uma guerra com o Iraque. O conselho da ONU está para decidir se entrará em guerra ou não com o Iraque. Porém, os EUA decidiram que independente da resolução da ONU entrarão em conflito

com o Iraque. Caso isto ocorra, os EUA poderão sofrer sanções de alguns países e deixarão de exportar alguns produtos. Desta forma, alguns países poderão se beneficiar se tornando exportadores destes produtos. Como os EUA estarão em guerra, eles precisarão importar alguns produtos a mais do que importam dependendo da duração da guerra. Assim, os outros países também concorrerão para exportar estes produtos para os EUA.

Será utilizada a abordagem deste trabalho para analisar este contexto. Para tanto, serão realizadas algumas suposições, que são apresentadas a seguir:

1. A guerra terá duração máxima de 18 meses.
2. Os produtos que os EUA importarão são: produto 1, produto 2, produto 3, produto 4 e produto 5.
3. Os produtos que os EUA deixarão de exportar são: produto 6, produto 7, produto 8, produto 9, produto 10.
4. Somente três países, Brasil, China e Rússia, concorrerão às exportações dos produtos para os EUA. Caso os EUA entrem em guerra sem o consentimento da ONU, estes mesmos três países concorrerão para substituírem as exportações que os EUA perderão no mercado internacional devido as sanções. Contudo, para exportar estes produtos os países precisam de algum tempo para modernizar suas fábricas.
5. As alocações de produtos para as exportações são feitas a cada três meses e as possíveis alocações de cada país só valem para aquele mês determinado. Depois que um país conseguir alocar determinado produto nenhum outro poderá concorrer com ele.
6. Supondo que o Brasil tenha a seguinte estratégia (figura 6.3.1):
 - (a) O Brasil só conseguirá exportar ou o produto 1 ou o produto 3 nos primeiros 3 meses.
 - (b) No mês 6 se o produto 1 for exportado então ele poderá exportar o produto 2 e o produto 4.
 - (c) No mês 6 se o produto 3 for exportado então ele poderá exportar o produto 2 e o produto 5.
 - (d) No mês 9 se ele exportar o produto 5 poderá exportar o produto 4.
 - (e) No mês 12 se ele exportar o produto 4 exportar o produto 4.
 - (f) No mês 12 se ele exportar os produtos 4 e 5 exportará os produto 6 e 7.
 - (g) No mês 15 se ele exportar os produtos 4 e 5 exportará os produto 6 e 7.
 - (h) No mês 18 se ele exportar o produto 7 exportará o produto 10.
 - (i) Sabe-se que o produto 8 e 9 o Brasil não terá condições de exportar.

Mês	Produtos que poderão ser exportados
3	Ou 1 ou 3
6	Se 1, então 2,4. Se 3, então 2,5
9	Se 5, então 4.
12	Se 4 e 5, então 6,7. Se 4 e não 5, então 5
15	Se 4 e 5, então 6,7.
18	Se 7, então 10.
	Não produz o 8,9.

Figura 6.3.1 - Estratégias do Brasil

7. Sabe-se que a China tem algumas possibilidades para realizar as suas exportações, são elas (figura 6.3.2):

- (a) A China só conseguirá exportar o produto 1 nos primeiros três meses.
- (b) No mês 6 ela consegue produzir ou o produto 5 ou o produto 6.
- (c) No mês 9 se ele exportar o produto 5, então ele poderá exportar o produto 7 e o produto 8.
- (d) No mês 12 se ele exportar o produto 6, então ele poderá exportar o produto 3 e o produto 4.
- (e) No mês 9 se ele exportar o produto 5, então ele poderá exportar o produto 7 e o produto 8.
- (f) No mês 15 ele poderá produzir o produto 9.
- (g) No mês 18 ele poderá produzir o produto 8.
- (h) Sabe-se que o produto 10 a China não terá condições de exportar.

Mês	Produtos que poderão ser exportados
3	1
6	ou 5 ou 6
9	Se 5, então 7,8.
12	Se 6, então 3,4
15	9
18	8
	Não produz o 10.

Figura 6.3.2 - Estratégias da China

8. Sabe-se que a Rússia tem algumas possibilidades para realizar as suas exportações, são elas (figura 6.3.3):

- (a) Só conseguirá exportar ou o produto 2 ou o 4 nos primeiros três meses.

- (b) No mês 6 se o produto 2 for exportado, então ela poderá exportar o produto 1 e produto 3.
- (c) No mês 9 se o produto 4 for exportado, então ela poderá exportar o produto 3 e produto 5.
- (d) No mês 12 ela poderá produzir o produto 8 e o produto 9.
- (e) No mês 15 ela poderá exportar o produto 10.
- (f) No mês 18 ela poderá exportar o produto 6.
- (g) Sabe-se que o produto 7 a Rússia não terá condições de exportar.

Mês	Produtos que poderão ser exportados
3	Ou 2 ou 4
6	Se 2, então 1 e 3.
9	Se 4, então 3,5.
12	8,9
15	10
18	6
	Não produz o 7.

Figura 6.3.3 - Estratégias da Rússia

A seguir serão apresentados algumas exemplos de análises realizadas neste jogo.

Exemplo 13 *Análises sobre os possíveis produtos exportados por cada país.*

Resultado: o Brasil conseguirá exportar os produtos: 1,2,3 e 5; a China conseguirá exportar os produtos: 1,3,4,5,6,7,8,9; a Rússia conseguirá exportar os produtos: 2,3,4,5,6,8,9,10;

Exemplo 14 *Deseja-se saber se os países ao interagirem, não conseguirão exportar os produtos da seguinte forma: O Brasil exporta os produtos 3,2 e 5; a Rússia exporta os produtos 4,8 e 9; e a China exporta o produto 6.*

Resultado: falso.

Exemplo 15 *Deseja-se saber se os países ao interagirem, conseguirão exportar os produtos da seguinte forma: O Brasil exporta os produtos 1,2 e 4; a Rússia exporta os produtos 8, 9 e 10; e a China exporta o produto 3.*

Resultado: falso.

Exemplo 16 *Deseja-se saber se os países ao interagirem, conseguirão exportar os produtos da seguinte forma: O Brasil exporta os produtos 1; a Rússia exporta os produtos 3,4,5,9 e 10; e a China exporta o produto 6.*

Resultado: verdadeiro.