

# Textos para Discussão

TD-IEA n.15/2009

## **Política Monetária na Crise como um Jogo Sequencial**

### **Monetary Policy amid Crisis as a Sequential Game**

Mario Antonio Margarido <sup>1</sup>

Frederico Araújo Turolla <sup>2</sup>

Eduardo Luiz Machado <sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Economista, Doutor, Pesquisador Científico do Instituto de Economia Agrícola (IEA) (e-mail: mamargarido@iea.sp.gov.br).

<sup>2</sup> Economista, Doutor, Professor da Escola Superior de Propaganda e Marketing (ESPM) e da Escola de Economia de Empresas da Fundação Getúlio Vargas de São Paulo (FGV-SP), e Consultor da Pezco Pesquisa e Consultoria (e-mail: fredturolla@pezco.com.br).

<sup>3</sup> Economista, Doutor, Professor do Instituto de Ensino e Pesquisa (INSPER) e Diretor do Núcleo de Economia e Administração de Tecnologia do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) (e-mail: edumach@ipt.br).

**RESUMO**

Esse artigo analisou a interação entre o Banco Central do Brasil (BACEN) e os bancos comerciais, utilizando o instrumental da teoria dos jogos. Os resultados desse jogo mostram que, mesmo que o BACEN reduza o valor do compulsório a ser recolhido pelos bancos, visando dessa forma, atenuar os efeitos da atual crise sobre a economia brasileira, a atitude dos bancos será adicionar esses recursos extras às suas reservas, objetivando ter mais recursos para enfrentar as incertezas da atual conjuntura. A principal mensagem é que, apesar do BACEN ser o condutor da política monetária, suas ações quanto à expansão da oferta de moeda para estimular a atividade econômica não é suficiente, pois depende das interações com outros agentes econômicos, com destaque para os bancos comerciais.

**Palavras-chave:** política monetária, teoria dos jogos, crise, jogo sequencial.

**ABSTRACT**

This paper analyzes the interaction between Brazil's Central Bank and commercial banks, using game theory tools. Results show that even when the Central Bank lowers the rate of reserve requirements so as alleviate crisis effects, commercial banks will tend to add that amount of resources to their reserves. This happens because they are willing to save resources to face uncertainties on future developments. The central message is that, although the Central Bank is the key driver of the monetary policy, its money expansion actions may not be sufficient to stimulate economic activity, insofar as the results of those actions will crucially depend upon the interaction with other economic actors, mainly the commercial banks.

**Key-words:** monetary policy, game theory, crisis, sequential games.



## 1 - INTRODUÇÃO

Diante dos possíveis reflexos da crise financeira internacional, cuja origem se deu nos países desenvolvidos, e que tende a se propagar para os países emergentes, o governo brasileiro aplicou recentemente várias medidas no âmbito monetário, visando dessa forma atenuar os efeitos dessa crise que a cada dia se avizinha ainda mais do país.

Um dos instrumentos de política econômica implementados pelo governo brasileiro foi a redução dos compulsórios sobre o volume de depósitos à vista que os bancos devem deixar em poder do Banco Central do Brasil (BACEN). Em linhas gerais, essa medida objetiva mitigar os problemas relacionados com a escassez de crédito que tende a sufocar as empresas como decorrência da crise financeira externa.

Em relação à política dos compulsórios, é a autoridade monetária que determina o percentual dos depósitos à vista que os bancos devem deixar em poder do BACEN. Mais especificamente, isso implica que, quanto menor for esse percentual, maior será a quantidade ofertada de moeda na economia à disposição do sistema bancário para realizar empréstimos e menor será a taxa de juros para uma dada demanda. Como resultado, maior será o volume de recursos à disposição dos bancos para alavancar as operações de crédito, o que induz ao aumento dos investimentos das empresas. Nesse caso, para que ocorra elevação do crédito disponível para as empresas, é necessário que os bancos tenham uma perspectiva otimista em relação ao futuro da economia. Caso contrário, os bancos adicionam esses recursos extras a suas reservas, ou seja, não empregam esses recursos e não geram investimentos na economia.

O objetivo desse artigo é representar, de forma didática, o ambiente da decisão do BACEN, utilizando o enfoque da teoria dos jogos. Esse instrumental permite que se estude a interação estratégica entre agentes econômicos, denominados jogadores, pois a ação de um jogador afeta o comportamento de outro e vice-versa. Tal representação permite o tratamento simplificado da decisão de política monetária, em disciplinas de Economia de cursos de graduação e de pós-graduação.

## 2 - TEORIA DOS JOGOS: conceitos do jogo sequencial

Kreps (1990) separa a teoria dos jogos em dois ramos principais: jogos cooperativos e jogos não-cooperativos. No primeiro, a unidade básica de análise são os grupos e subgrupos de indivíduos, que são capazes de alcançar um resultado particular para si, através de acordos cooperativos com regras e possibilidades bem determinadas. No segundo, é estudado o comportamento do agente individual em situações em que cada escolha ótima do agente dependerá da sua previsão sobre as escolhas de seus oponentes.



tes. Formalmente, jogos cooperativos podem ser considerados um caso especial dos jogos não-cooperativos. Em ambos os jogos, o aspecto mais importante no desenho de estratégias é a compreensão da posição do rival e a correta dedução de sua provável resposta a diferentes possíveis ações que seu oponente pode escolher. A noção de estratégia do jogador é o principal conceito teórico. Assim, o ferramental da teoria dos jogos permite analisar sistematicamente problemas de comportamento estratégico em que há interação entre os agentes e a ação individual de cada um deles é dependente da ação dos outros. Mas-Colell; Whinston; Green (1995) definem estratégia como uma regra de decisão que especifica como o jogador agirá em todas as distintas possíveis circunstâncias em que ele possa ser chamado a agir. Dentro da perspectiva do jogador, o conjunto de circunstâncias seria a representação de seu conjunto de informações.

As hipóteses básicas que motivam a teoria são que os tomadores de decisão possuem objetivos exógenos bem definidos. Eles consideram seu conhecimento ou suas expectativas sobre o comportamento de outros tomadores de decisão. Além disso, cada jogador deve ter pleno conhecimento das regras do jogo em que está inserido. De maneira geral, é necessário que: 1) cada jogador conheça a lista de jogadores; 2) sejam conhecidas as estratégias disponíveis para cada jogador e as respectivas recompensas proporcionadas por todas as possíveis combinações de estratégias utilizadas; e 3) todos os jogadores sejam racionais, ou seja, tentem maximizar seus respectivos resultados.

Dado que a teoria dos jogos envolve interação racional entre os jogadores, o conceito de equilíbrio é diferente daquele que prevalece nos modelos micro e macroeconômicos. No caso da teoria dos jogos, equilíbrio significa que cada jogador está utilizando aquela estratégia que é a melhor resposta relativamente às estratégias implementadas pelos demais. Conforme apresentado em Dixit e Skeath (1999), equilíbrio não significa que as coisas não mudam. Por exemplo, nos jogos com movimentos sequenciais, as estratégias dos jogadores são planos de ações e reações completas e envolvem, a cada instante de tempo, a realização de movimentos com sucessivas respostas. Também em teoria dos jogos, equilíbrio não quer dizer que se consegue sempre alcançar o melhor resultado, pois a interação de escolhas estratégicas entre os jogadores pode conduzir a resultados inferiores aqueles que seriam considerados ideais para todos os jogadores, como acontece no dilema dos prisioneiros<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Esse é um exemplo clássico em teoria dos jogos, em que dois prisioneiros precisam decidir, separadamente, se confessam o crime do qual são acusados. Se um deles confessar, receberá uma sentença leve e seu comparsa receberá uma pena pesada. Mas se nenhum deles confessar, as sentenças de ambos serão mais leves do que se ambos tivessem confessado. Como um não sabe o que o outro vai fazer, o melhor para ambos consiste em confessar.



Contrariamente ao que ocorre nos jogos simultâneos<sup>5</sup>, no caso dos jogos sequenciais o processo de interação<sup>6</sup> estratégica<sup>7</sup> entre os jogadores se desenrola em etapas sucessivas. A adoção de uma determinada estratégia<sup>8</sup> por parte de qualquer um dos jogadores envolvidos no jogo implica a obtenção de um *payoff* ou recompensa. Essa recompensa pode ser positiva, negativa ou nula, dependendo da decisão que cada jogador adotar. É necessário enfatizar que os valores das respectivas recompensas indicam somente as preferências de cada jogador, ou seja, têm somente significado simbólico. Mais especificamente, conforme Dixit; Skeath (1999), para cada jogador é disponibilizada uma escala numérica completa em que ele compara e ordena logicamente os possíveis resultados do jogo, de tal forma a permitir que cada um possa obter o melhor resultado possível, dadas as combinações de escolhas estratégicas efetuadas por todos os jogadores. O número associado a cada possível resultado é denominado *payoff* do jogador. Um número elevado associado a cada *payoff* indica o melhor resultado para o jogador em relação ao *ranking* de preferências estabelecido por ele.

O jogo sequencial se caracteriza pelo fato de que os jogadores realizam suas ações ou utilizam suas respectivas estratégias em uma ordem pré-determinada. Esse tipo de jogo é representado por intermédio de uma árvore de jogos ou forma extensiva. A árvore de jogos apresenta não somente todas as possíveis ações que podem ser tomadas pelos jogadores mas, também, todos os possíveis resultados do jogo. Ela é constituída de nós e galhos. Os nós são interligados pelos galhos. O primeiro tipo de nó é denominado nó de decisão, o qual representa um ponto específico em que são tomadas decisões. Cada nó de decisão está associado ao jogador que vai realizar a jogada naquele momento específico. O ponto de partida do jogo também é representado por um nó, o qual é denominado de nó inicial. Outro tipo de nó é chamado de nó terminal, que representa o ponto final do jogo. Em relação a cada nó terminal está associado um conjunto de resultados, representando os *payoffs* para cada jogador. De acordo com Fiani (2006), as regras que envolvem a árvore de jogos são as seguintes<sup>9</sup>: 1) todo nó necessariamente deve ser precedido por, no máximo, um outro nó; 2) nenhuma trajetória pode ligar um nó a ele próprio; e 3) todo nó na árvore deve ser sucessor de um único e mesmo nó inicial.

---

<sup>5</sup> Conforme Fiani (2006), os “jogos simultâneos são aqueles em que cada jogador ignora as decisões dos demais no momento em que toma a sua própria decisão, e os jogadores não se preocupam com as consequências futuras de suas escolhas”. Um exemplo de jogo simultâneo pode ser encontrado em Margarido (2007).

<sup>6</sup> Interações implicam as ações de cada jogador ou suas respectivas tomadas de decisões que afetam o comportamento dos demais jogadores. Esse conceito será melhor explorado mais adiante.

<sup>7</sup> Interação ou comportamento estratégico significa que, ao tomar sua respectiva decisão, esse jogador leva em consideração as reações dos demais jogadores, os quais agem da mesma forma. Em outras palavras, a decisão de cada jogador terá consequências sobre os demais e vice-versa.

<sup>8</sup> Estratégias correspondem às escolhas em relação à disposição dos jogadores.

<sup>9</sup> Detalhes sobre essas regras encontram-se em Fiani (2006).



Os galhos (ou ramos) da árvore de jogo representam as possíveis ações que podem ser tomadas pelos jogadores a partir de um nó de decisão até o nó de decisão de outro jogador ou nó terminal.

Nesse caso, adota-se a hipótese de que os jogadores possuem informação plena ou completa, ou seja, não há assimetria de informações<sup>10</sup> em relação ao que um jogador pode fazer em termos estratégicos e o que o seu oponente tenha feito ou possa fazer estrategicamente como resposta e vice-versa.

Todo momento em que o jogador tiver de tomar uma decisão, ele fará isso não de forma aleatória, mas utilizando alguma estratégia. Não tomar uma decisão de forma aleatória implica afirmar que cada jogador é racional<sup>11</sup>. Segundo Dixit e Skeath (1999), a hipótese de comportamento racional dos jogadores significa que cada um deles possui um conjunto ordenado de valores (ou *payoffs*) com todos os resultados logicamente possíveis, e calculam qual estratégia serve melhor aos seus respectivos interesses. Em outras palavras, a racionalidade apresenta duas características essenciais: completo conhecimento de seus próprios interesses e cada jogador consegue calcular perfeitamente quais ações servem melhor aos seus respectivos interesses. Sendo assim, uma estratégia corresponde a um plano que especifica, para um determinado jogador, que ação tomar em todos os momentos em que ele terá de decidir o que fazer. Não necessariamente cada jogador pode ter disponível somente uma única estratégia, mas sim, um conjunto de estratégias<sup>12</sup>. Matematicamente, esse conjunto de estratégias pode ser representado da seguinte maneira:

$$S_j^i = \{s_j^i\}$$

<sup>10</sup> No caso da microeconomia neoclássica, os agentes econômicos possuem racionalidade plena (ou forte) e, conseqüentemente, não há assimetria de informações entre os agentes econômicos. No entanto, pela visão da Economia de Custos de Transação (ECT), a racionalidade plena é substituída pela racionalidade limitada, a qual tem como base o trabalho de Simon (1951). De acordo com Fiani (2006), o comportamento humano, ainda que intencionalmente racional, enfrenta limitações em função de fundamentos neurofisiológicos, que limitam a capacidade humana de acumular e processar informações e de linguagem, pois também limitam a capacidade de transmitir informações. Caso a racionalidade humana fosse ilimitada, os contratos poderiam incorporar cláusulas antecipando qualquer circunstância futura e, nesse caso, a racionalidade limitada não teria interesse analítico, uma vez que o meio ambiente em que se processam decisões absolutamente é previsível e simples.

<sup>11</sup> Em microeconomia, ao afirmar que determinado agente econômico é racional, implica-se que três são as premissas que baseiam o comportamento desse agente econômico. São elas, de acordo com Pindyck e Rubinfeld: 1) integralidade; 2) transitividade; e 3) mais é melhor que menos. Integralidade significa que as preferências são completas; em outras palavras, os agentes econômicos têm capacidade para comparar e ordenar cestas de bens. Logo, entre duas cestas de bens, denominadas de *A* e *B*, esse agente poderá preferir *A* a *B*, preferir *B* a *A*, ou ser indiferente entre elas, ou seja, ambas proporcionam o mesmo nível de satisfação. Transitividade implica que, se um agente econômico prefere a cesta de bens *A* a *B* e prefere *B* a *C*, então, ele prefere *A* a *C*; logo, as suas preferências são consistentes. Ao se afirmar que mais é melhor que menos, está implícito que o consumidor é insaciável, dado que todos os bens são desejáveis por esse agente; então, eles sempre preferem quantidades maiores de cada bem.

<sup>12</sup> Também denominado de espaço de estratégias.

em que  $S_j^i$  representa a  $j$ -ésima estratégia do jogador  $i$ .

Conforme ressaltado por Fiani (2006), um

elemento importante de análise de um jogo é a combinação de estratégias que os jogadores podem adotar. A forma de representar uma *combinação de estratégias*  $S$  qualquer é por meio de um conjunto ordenado, no qual cada elemento é uma estratégia para cada um dos  $n$  jogadores.

Matematicamente, a representação das combinações de estratégias é:

$$S = (s^1, \dots, s^n)$$

A fórmula acima deve ser interpretada da seguinte forma:  $s^1$  é uma estratégia adotada pelo jogador 1, enquanto que,  $s^2$  é uma estratégia do jogador 2 e assim sucessivamente, até se chegar a uma dada estratégia para o  $n$ -ésimo jogador.

Outro elemento fundamental em relação à análise de um jogo se refere ao fato de que, dependendo da combinação de estratégias, obtêm-se diferentes recompensas entre os jogadores envolvidos no jogo. Mais uma vez, isso pode ser formalizado matematicamente via função de recompensa de um determinado jogador  $i$ :

$$U^i = (s^1, \dots, s^i, s^n)$$

A fórmula acima mostra que a recompensa  $U^i$  que o jogador  $i$  recebe quando o jogador 1 adota a estratégia  $s^1$ , o jogador 2 adota a estratégia  $s^2$ , até o  $n$ -ésimo jogador, sendo que inclui, também, o ganho do próprio jogador  $i$  ao adotar a estratégia  $i$ .

Finalmente, quando o jogo é denominado de informação perfeita, isso implica que todos os jogadores envolvidos conhecem a história desse jogo, antes mesmo de fazerem suas respectivas escolhas. No caso de um jogo desse tipo, utiliza-se o instrumental de análise denominado *rollback*. De acordo com Dixit e Skeath (1999), esse procedimento consiste em pensar quais são os possíveis acontecimentos em cada nó, sendo que a análise inicia-se pelo nó final e retrocede até o nó inicial. Ainda conforme ambos os autores, três aspectos estão diretamente relacionados com a utilização do *rollback*. Em primeiro lugar, as escolhas iniciais são realizadas em função das expectativas dos jogadores em relação a qual será a melhor resposta de ação para qualquer uma tomada pelos demais oponentes diante da jogada antecedente. Em segundo lugar, para que a análise pelo sistema de *rollback* tenha sucesso, é preciso que todos os jogadores





sejam capazes de identificar todos os possíveis resultados associados a todas possíveis ações. Sendo assim, é imprescindível que a informação seja completa, pois, caso contrário, um jogador pode não ser capaz de identificar sua melhor opção em determinado nó e, conseqüentemente, não poderá fazer a melhor escolha diante das reações de seus oponentes em todos os nós. Finalmente, utilizando o *rollback*, é possível para cada jogador determinar o que cada um fará em cada nó.

### 3 - APRESENTAÇÃO DO JOGO

Antes de iniciar o jogo, é necessário estabelecer algumas hipóteses a respeito do ambiente institucional envolvido nesta análise:

- 1) O ambiente financeiro internacional está crescentemente integrado, de tal forma que um choque ou crise em determinado país relevante para o sistema monetário internacional tende a ser repassado para os demais. A magnitude deste repasse depende dos fundamentos macroeconômicos de cada país atingido pelos efeitos do choque inicial;
- 2) Assume-se que não há assimetria de informações, ou seja, todos possuem a mesma informação. Isto quer dizer que a racionalidade é plena, conforme apregoada pela escola da economia neoclássica, ao invés de se adotar a racionalidade limitada como a que pode ser encontrada na Economia de Custos de Transação<sup>13</sup>. Portanto, todos os bancos, sejam dos países desenvolvidos quanto dos emergentes, possuem a mesma percepção em relação à magnitude e possíveis conseqüências da crise financeira mundial;
- 3) Será utilizado o enfoque keynesiano da teoria da preferência pela liquidez. Isto quer dizer que as expectativas dos agentes econômicos em relação a acontecimentos futuros exercem papel preponderante nas atitudes desses agentes no que se refere à demanda por moeda. Mais precisamente, conforme Carvalho et al. (2000), dado:

seu atributo de liquidez por excelência, a moeda acalma as inquietações dos agentes frente às incertezas do futuro, que são características de uma economia monetária. Assim, quanto maior a incerteza percebida pelos agentes, maior tenderá a ser a retenção de moeda por parte dos mesmos, para fazer frente à imprevisibilidade de um futuro que depende das decisões e comportamentos de todos os outros agentes que operam nesta economia. Quando as expectativas dos agentes são pessimistas, eles podem demandar segurança e

---

<sup>13</sup> Detalhes sobre a racionalidade limitada, bem como da Economia dos Custos de Transação, podem ser encontrados em Kreps (1990) e Williamson (1985).



flexibilidade no presente para enfrentar o futuro, representadas por um ativo seguro que é a moeda. A posse da moeda permite aos agentes manter opções abertas perante a incerteza do futuro. Logo, *coeteris paribus*, e quanto mais incerto é o futuro, maior é a preferência pela liquidez dos agentes. Note-se que para Keynes incerteza não se confunde com risco probabilístico, pois se refere a determinados fenômenos econômicos para os quais “*não existe qualquer base científica para formar cálculos probabilísticos*”.

- 4) No caso dos bancos, será pressuposto que, diante de um quadro de incertezas<sup>14</sup> em relação ao futuro, as respectivas escolhas contidas nas funções de preferências dos bancos serão de escolher não emprestar (deixar de ganhar) ao invés de preferir emprestar numa situação de incerteza e, possivelmente, incorrer em pesadas perdas. A escolha aqui é representada de maneira discreta.
- 5) No cômputo do *payoff* do BACEN, é necessário considerar sua função objetivo, que deve dar prioridade à minimização dos desvios da inflação em relação à meta estabelecida pelo Conselho Monetário Nacional.

O jogo em questão terá dois jogadores (BACEN e bancos), em um jogo sequencial. O BACEN será o primeiro a executar a jogada. Somente após o BACEN ter realizado sua jogada é que os bancos vão realizar seus movimentos. Portanto, num jogo sequencial, contrariamente ao que ocorre num jogo simultâneo<sup>15</sup>, o segundo jogador somente realiza sua jogada após conhecer o que o primeiro jogador jogou. As duas estratégias em relação à disposição do BACEN consistem em manter o compulsório ou reduzi-lo, enquanto que as estratégias dos bancos consistem em conceder empréstimos bancários (emprestam) ou não conceder empréstimos bancários (não emprestam).

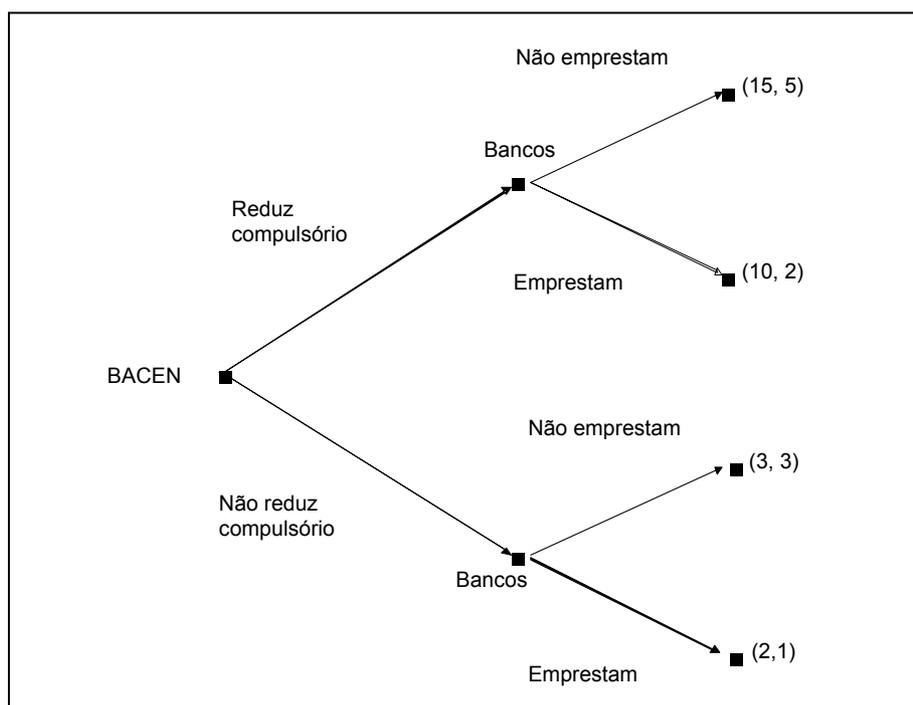
O jogo sequencial pode ser representado por um diagrama de árvore, também denominado de forma estendida (Figura 1).

Neste ponto, é necessário esclarecer que o primeiro número entre parênteses, da esquerda para direita, representa o *payoff* recebido pelo BACEN, enquanto que o segundo número consiste na recompensa recebida pelos bancos. Os valores das respectivas recompensas são apenas indicativos em relação às preferências de cada jogador, ou seja, têm somente sentido simbólico.

---

<sup>14</sup> Nesse ponto é necessário enfatizar que risco e incerteza constituem fenômenos distintos. No caso do termo risco, é possível fazer um cálculo de probabilidade de que determinado acontecimento possa vir a ocorrer no futuro, enquanto que no caso da incerteza não é possível tal cálculo estatístico.

<sup>15</sup> No caso do jogo simultâneo, “*cada jogador ignora as decisões dos demais no momento em que toma a sua própria decisão, e os jogadores não se preocupam com as consequências futuras de suas escolhas*” (FIANI, 2006). Portanto, nesse tipo de jogo, ambos jogam no mesmo instante e, além disso, cada um não conhece a jogada de seu oponente.



**Figura 1** - Jogo Sequencial na Forma Estendida.  
Fonte: Elaborada pelos autores.

O BACEN é o primeiro a jogar e tem a sua disposição duas estratégias, a saber: reduzir ou não o compulsório que os bancos devem depositar na autoridade monetária. Somente após o BACEN ter escolhido sua respectiva estratégia é que os bancos tomarão a decisão de emprestar ou não recursos para o setor produtivo. Isto significa que os bancos somente tomarão uma decisão após conhecer o que o BACEN fez anteriormente.

Tomando-se por base a figura 1, caso o BACEN reduza o compulsório e os bancos não emprestem, o primeiro<sup>16</sup> ganha 15 enquanto que os últimos também ganham um *payoff* igual a 5. Por outro lado, se a decisão do BACEN for de reduzir o percentual dos compulsórios, e desta vez os bancos decidam optar por emprestar recursos, eles ganham 10 e 2, respectivamente.

No entanto, se o BACEN opta por não reduzir o compulsório, e os bancos não emprestam recursos, ambos ganham 3, alternativamente, dado que aquele não reduz o percentual dos compulsórios. Porém, se os bancos emprestam recursos, obtêm um ganho de apenas 1, enquanto o primeiro tem um *payoff* igual a 2.

Assim, como no caso de um jogo simultâneo, é possível também representar o jogo sequencial na forma de matriz (estratégica ou normal). A forma estratégica desse

<sup>16</sup> Detalhes envolvendo as estratégias do BACEN e bancos e seus respectivos *payoffs* serão detalhados posteriormente.



jogo está representada no quadro 1. Esse procedimento permite verificar se há um equilíbrio de Nash<sup>17</sup> no jogo.

|       |                       | Bancos        |           |
|-------|-----------------------|---------------|-----------|
|       |                       | Não emprestam | Emprestam |
| BACEN | Não reduz compulsório | (3, 3)        | (2, 1)    |
|       | Reduz compulsório     | (15, 5)       | (10, 2)   |

**Quadro 1** - Jogo Sequencial na Forma Estratégica.  
Fonte: Elaborado pelos autores.

Para identificar a ocorrência de equilíbrio de Nash, será utilizado o artifício de “marcar” os maiores valores nas linhas para uma mesma coluna, os quais serão denominados de “l” e, também, os maiores valores nas colunas para uma mesma linha, os quais serão identificados por “c”.

Caso o BACEN não reduza o valor do compulsório, a melhor opção para os bancos é não emprestar, pois o *payoff* destes será igual a 3 e, caso emprestem recursos para a produção e consumo, o *payoff* é somente de 1 (Quadro 1). Mais precisamente, a justificativa para os bancos obterem um *payoff* igual a 3, dado que o BACEN não diminui o valor do compulsório, se deve ao fato de que a crise financeira vai atingir a economia brasileira em menor ou maior grau, pois o processo de globalização das economias amplia os vasos comunicantes entre elas. Sendo assim, quando um país economicamente relevante entra em crise, ela tende a ser exportada para os demais países, pois suas economias estão interligadas, como de fato ocorreu.

Note-se que as principais economias estão apresentando quadro de contração de suas respectivas atividades econômicas, o que traz retração da demanda mundial por matérias-primas e insumos intermediários, com reflexos sobre o comportamento da economia brasileira. Mais precisamente, observa-se que o crescimento desta nos últimos anos esteve diretamente atrelado ao desenvolvimento da economia mundial. Somado ao fato de que as exportações do país se caracterizam, sobretudo, de *commodities*, com destaque para as agrícolas, as quais possuem baixa elasticidade-preço da demanda<sup>18</sup> e pequena elasticidade-renda também, isso implica que o país ainda apresenta certa vulnerabilidade em relação aos choques externos, apesar do grande volume de divisas acumuladas pelo Brasil ao longo dos últimos anos.

<sup>17</sup> Equilíbrio de Nash é a combinação de estratégias em que nenhum dos jogadores tem incentivo para mudar “unilateralmente” sua escolha.

<sup>18</sup> O conceito de elasticidade-preço da demanda mostra como variações nos preços dos produtos impactam sobre sua quantidade demandada. Quando se afirma que um produto possui baixa elasticidade, isto quer dizer que os preços devem cair de forma acentuada para que ocorra pequeno aumento da sua quantidade demandada. Detalhes sobre a elasticidade-preço da demanda podem ser encontrados em Nicholson (2002).



Diante desse novo cenário que se esboça, os bancos tendem a ser mais seletivos (cuidadosos) na hora de fornecer crédito para o setor produtivo da economia, isto é, se tornam mais pessimistas em relação ao futuro e preferem reter mais liquidez. Em outras palavras, escolhem aumentar suas reservas (entesouram) para se precaverem de acontecimentos futuros em vez de fornecerem crédito para o desenvolvimento das atividades produtivas e consumo. Com essa atitude de segurar recursos, os bancos reduzem seus ganhos via *spreads*<sup>19</sup>, mas, por outro lado, têm maiores reservas para enfrentar contingências futuras. Portanto, diante de um quadro de incertezas, é preferível para os bancos pouparem recursos em vez de se engajarem em atividades em que é praticamente impossível avaliar os riscos envolvidos.

Em relação ao BACEN, dado que os bancos não emprestam e ele próprio também não eleva a liquidez da economia através de alguma medida monetária, seu *payoff* é igual a 3 (Quadro 1). Isso acontece porque, durante os momentos de maior volatilidade dos ativos financeiros em função da crise, um dos principais objetivos do BACEN é elevar a oferta de crédito para a economia, visando dessa forma atenuar os efeitos da crise. Evitará, assim, a deflação, tendo em vista sua função objetivo com prioridade para a redução dos desvios em relação à meta de inflação. No entanto, caso o BACEN não adote a atitude de elevar o volume de crédito na economia, isso implica desvio em relação a sua função objetivo, além de, eventualmente, redução no seu capital de credibilidade. São custos que afetam o BACEN, mas que são divididos com os bancos.

Ainda na primeira linha, porém, na segunda coluna, dado que o BACEN não reduz o compulsório e os bancos emprestam recursos para a implementação das atividades produtivas e consumo, o primeiro obtém um *payoff* igual a 2, enquanto os últimos obtêm uma recompensa igual a 1 (Quadro 1). Nesse caso, se o BACEN não reduz o compulsório, os bancos aumentam o volume de recursos destinados ao crédito e estes ficam mais expostos, ou seja, se envolvem em atividades num ambiente de elevada incerteza e menor volume de reservas para enfrentarem futuras dificuldades. Já o BACEN obtém o *payoff* de 2, pois não atinge o objetivo de ampliar o crédito para a economia e arca com um grande desvio para baixo da meta de inflação.

Sendo assim, o jogo na forma estratégica assume o formato do quadro 2.

Portanto, para o BACEN o melhor é que os bancos não emprestem recursos para crédito, obtendo um *payoff* igual a (I) 3 (Quadro 2).

---

<sup>19</sup> De acordo com Hillbrecht (1999), o “lucro dos bancos vem, basicamente, do spread, que é a diferença entre custo de captação de recursos e o retorno recebido pelos empréstimos concedidos com esses recursos”.



|       |                       | Bancos        |           |
|-------|-----------------------|---------------|-----------|
|       |                       | Não emprestam | Emprestam |
| BACEN | Não reduz compulsório | (I) (3, 3)    | (2, 1)    |
|       | Reduz compulsório     | (15, 5)       | (10, 2)   |

**Quadro 2** - Jogo Sequencial na Forma Estratégica.  
Fonte: Elaborado pelos autores.

Caso o BACEN reduza o valor do compulsório, o melhor que os bancos podem fazer é não emprestar, pois eles obtêm um *payoff* igual a 5, contra um *payoff* igual a 2, caso resolvam emprestar (Quadro 3). Dado que o BACEN reduz o compulsório, se os bancos adotarem a estratégia de não aumentar os empréstimos, eles incorporam esses recursos às suas respectivas reservas, visando, dessa forma, se prevenir de contingências futuras decorrentes da crise, conforme preceitua a teoria keynesiana em relação às expectativas dos agentes econômicos. Sendo assim, os bancos obtêm um *payoff* igual a 5. Já sob o ponto de vista do BACEN, a recompensa é igual a 15, pois a autoridade monetária se livra do ônus social relativo ao não-cumprimento da meta, pois essa estratégia demonstra que há interesse dele em estimular a economia real via aumento da quantidade ofertada de moeda na economia (Quadro 3). Por outro lado, dado que a estratégia do BACEN é reduzir o percentual do compulsório sobre os depósitos à vista e os bancos adotam a estratégia de emprestar, estes podem se engajar em atividades que geram consideráveis prejuízos em função das incertezas diante da crise financeira internacional e de sua possível transmissão para a economia brasileira, logo a recompensa dos bancos é igual a 2 (Quadro 3). Finalmente, sob o ponto de vista do BACEN, ao reduzir o percentual do compulsório e com os bancos repassando esses recursos via empréstimos para alavancar o setor produtivo, ele tem recompensa igual a 10, pois, além de atingir seu principal objetivo, que é estimular a economia doméstica dirimindo os efeitos da crise financeira externa sobre as empresas brasileiras, também deixa de ser criticado pela sociedade pelo fato de atuar de forma inerte diante da recessão mundial que se vislumbra na linha do horizonte.

Sendo assim, o jogo sequencial na forma estratégica assume o seguinte aspecto apresentado no quadro 3.

|       |                       | Bancos        |           |
|-------|-----------------------|---------------|-----------|
|       |                       | Não emprestam | Emprestam |
| BACEN | Não reduz compulsório | (I) (3, 3)    | (2, 1)    |
|       | Reduz compulsório     | (I) (15, 5)   | (10, 2)   |

**Quadro 3** - Jogo Sequencial na Forma Estratégica.  
Fonte: Elaborado pelos autores.



Resta agora analisar sob o ponto de vista dos bancos, ou seja, pelas respectivas colunas do jogo sequencial na forma estratégica. Nesse caso, deve-se identificar os maiores valores em cada coluna, os quais são representados por (c) na matriz que representa o jogo sequencial na forma estratégica.

Caso o BACEN não reduza o valor do compulsório e os bancos decidam não emprestar esse volume excedente de recursos para estimular a atividade econômica, eles ganham uma recompensa igual a 3. Porém, dado que o BACEN reduz o valor do compulsório e os bancos não emprestam esses recursos adicionais provenientes da liberação do compulsório para expandir o crédito a fim de estimular as atividades de produção e consumo, eles obtêm uma recompensa igual a 5 (Quadro 4). Portanto, para os bancos, é melhor não emprestar esses recursos extras e, ao invés disso, acumulá-los em suas respectivas reservas para enfrentar as incertezas futuras proporcionadas pela crise financeira internacional.

Nesse caso, é gerada a seguinte matriz (Quadro 4):

|       |                       | Bancos          |           |
|-------|-----------------------|-----------------|-----------|
|       |                       | Não emprestam   | Emprestam |
| BACEN | Não reduz compulsório | (l) (3, 3)      | (2, 1)    |
|       | Reduz compulsório     | (l) (15, 5) (c) | (10, 2)   |

**Quadro 4** - Jogo Sequencial na Forma Estratégica.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Finalmente, dado que o BACEN não reduz o compulsório, caso os bancos emprestem, eles obtêm um *payoff* igual a 1. Porém, se o BACEN reduz o compulsório e os bancos emprestam, estes conseguem um *payoff* igual a 2, a recompensa maior é obtida e eles terão disponíveis mais recursos para enfrentarem as incertezas futuras, mesmo emprestando recursos para produção e consumo. Isso aconteceria mesmo que o BACEN não reduzisse o compulsório e os bancos se engajassem em emprestar, ainda que com menos recursos. Sendo assim, o jogo sequencial na forma estratégica ficaria como mostrado no quadro 5.

O resultado final é que se obtém um equilíbrio de Nash. Isso é confirmado pela célula da segunda linha e primeira coluna do quadro 5.

|       |                       | Bancos          |             |
|-------|-----------------------|-----------------|-------------|
|       |                       | Não emprestam   | Emprestam   |
| BACEN | Não reduz compulsório | (l) (3, 3)      | (2, 1)      |
|       | Reduz compulsório     | (l) (15, 5) (c) | (10, 2) (c) |

**Quadro 5** - Jogo Sequencial na Forma Estratégica.

Fonte: Elaborado pelos autores.



Portanto, o melhor resultado consiste no BACEN diminuir o valor do compulsório para aumentar a quantidade ofertada de moeda na economia, alavancando assim o volume de recursos, em tese<sup>20</sup>, destinados a produção e consumo a fim de atenuar os possíveis efeitos da crise financeira. Com isto, o BACEN reduz o desvio da inflação em relação à meta e pode reforçar seu capital de credibilidade, ao combater de forma mais perceptível os efeitos da crise.

Assim, o melhor resultado para os bancos é não emprestar recursos, dado que o BACEN reduz o compulsório, pois, além de não se engajarem em atividades permeadas de incertezas, eles aumentam suas reservas para enfrentar um futuro incerto.

#### **4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A teoria dos jogos vem se consolidando como o substrato teórico que permite a análise do comportamento humano, empresarial e das políticas públicas no ambiente de decisão estratégica. Dado que a sua utilização é relativamente recente em termos acadêmicos, os livros-texto só passaram a refletir este desenvolvimento há pouco tempo. Assim, o uso didático de teoria dos jogos ainda carece de um maior número de casos. Em particular, a área de política macroeconômica e de política monetária não conta com muitos casos aplicados para utilização didática.

Este artigo mostrou a utilização de jogos sequenciais, de forma simples, para a ilustração do esquema de incentivos econômicos que opera na decisão da política monetária, sendo que o aspecto aqui registrado foi a decisão de reduzir a alíquota de depósitos compulsórios. A decisão de redução de compulsórios foi escolhida por ser discreta em função da crise, o que não acontece com a mudança da meta de taxa básica de juros. Esta está sujeita a um calendário em que são realizados ajustes periódicos, o que requer um jogo de elaboração mais complexa.

#### **LITERATURA CITADA**

CARVALHO, F. J. C. de et al. **Economia monetária e financeira: teoria e política**. Rio de Janeiro: Campus, 2000. 454 p.

DIXIT, A.; SKEATH, S. **Games of strategy**. New York: W. W. Norton & Company, 1999. 600 p.

FIANI, R. **Teoria dos jogos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006. 388 p.

HILLBRECHT, R. **Economia monetária**. São Paulo: Atlas, 1999. 256 p.

KREPS, D. M. **A course in microeconomic theory**. Princeton (NJ): Princeton University Press, 1990. 839 p.

---

<sup>20</sup> Esse aumento da oferta de moeda na economia não depende somente do BACEN, mas em grande escala também dos bancos e dos demais agentes da economia, como mencionado anteriormente.

MAS-COLELL, A.; WHINSTON, M. D.; GREEN, J. R. **Microeconomic theory**. New York: Oxford University Press, 1995.

MARGARIDO, M. A. Apreciação cambial e déficit público: uma aplicação de teoria dos jogos. **Análise e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 2, n. 12, dezembro 2007. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=9130>>. Acesso em: 2009.

NICHOLSON, W. **Microeconomic theory: basic principles and extensions**. [s.l.]: South-Western, 2002. 748 p.

SIMON, H. A Formal model of the employment relationship. **Econometrica**, v. 19, p. 293-305, 1951.

WILLIAMSON, O. **The economic institutions of capitalism**. New York: Free Press, 1985. 450 p.



Recebido em 31/08/2009.

Liberado para publicação em 01/09/2009.