

**FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS  
ESCOLA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA  
MESTRADO EM ECONOMIA  
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**ANÁLISE DO PROCESSO DE NEGOCIAÇÃO DE TARIFAS DE  
TRANSPORTE ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DA  
TEORIA DOS JOGOS**

**Marcelo Scarcelli  
Orientador: Antonio Carlos Manfredini da Cunha Oliveira**

**2008**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**MARCELO SCARCELLI**

**ANÁLISE DO PROCESSO DE NEGOCIAÇÃO DE TARIFAS DE  
TRANSPORTE ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DA  
TEORIA DOS JOGOS**

Dissertação apresentada à Escola de  
Economia de São Paulo da Fundação  
Getúlio Vargas, como requisito para  
obtenção de título de Mestre em  
Economia

**SÃO PAULO  
2008**

Scarcelli, Marcelo

Análise do processo de negociação de tarifas de transporte através da utilização da teoria dos jogos / Marcelo Scarcelli. – 2008.

55 f.

Orientador: Antonio Carlos Manfredini da Cunha Oliveira.  
Dissertação (mestrado) - Escola de Economia de São Paulo.

1. Negociação. 2. Transporte de cargas - Tarifas. 3. Teoria dos jogos. 4. Logística empresarial. I. Oliveira, Antonio Carlos Manfredini da Cunha. II. Dissertação (mestrado) - Escola de Economia de São Paulo. III. Título.\

CDU 656.025.4

**MARCELO SCARCELLI**

**ANÁLISE DO PROCESSO DE NEGOCIAÇÃO DE TARIFAS DE  
TRANSPORTE ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DA  
TEORIA DOS JOGOS**

Dissertação apresentada à Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, como requisito para obtenção de título de Mestre em Economia.

**Data de Aprovação:**

\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**Banca Examinadora:**

---

**Prof. Dr. Antonio Carlos Manfredini  
da Cunha Oliveira (Orientador)  
FGV-EESP e EAESP**

---

**Prof. Dr. Manoel A. S. Reis  
FGV-EAESP**

---

**Prof. Dr. Claudio Barbieri da Cunha  
USP–Escola Politécnica de São Paulo**

**SÃO PAULO  
2008**

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer aos meus pais, Fabio Scarcelli e Ana Maria Caldarelli Scarcelli, que sempre me motivaram e estimularam neste longo caminho de aprendizagem.

Em especial, a minha adorável noiva, companheira e amiga Mariana Sotelo que esteve presente desde muito antes do início do mestrado, suportando os momentos difíceis e com paciência.

Aos meus irmãos Marcio e Mauricio que sempre tiveram palavras de apoio aos meus projetos pessoais.

Ao meu orientador Prof. Dr. Antonio Carlos Manfredini da Cunha Oliveira que certamente foi fundamental e imprescindível na conclusão deste trabalho, com os precisos e pertinentes comentários e correções e as brilhantes colocações sobre os corretos rumos do conteúdo.

À minha chefe e amiga, Nadia Quaglia, por diversos motivos: fornecer um dos insumos mais preciosos: tempo para estudo; direcionar-me profissionalmente na Unilever, empresa que trabalhamos e a qual gostaria de deixar registrado meu agradecimento; e ajudar-me a enfrentar o desafio acadêmico juntamente com as minhas atividades profissionais.

A todos os meus amigos que me apoiaram e ainda me apóiam. Do mestrado: André Maitan, Antônio Augusto Matheus e Leonardo Sapienza. Foram horas e mais horas de estudos em grupo. Da faculdade: Thiago Argenta, James Sato, Paulo Pires e Gustavo Perin. Do colégio: Murilo Cantarelli Cunha e Rodrigo Sgavioli, amigos de longa data.

Agradeço ao apoio de todas as pessoas que me ajudaram na conclusão de mais essa etapa.

## RESUMO

O objetivo deste trabalho é apresentar uma visão diferenciada sobre um dos processos que compõe a fase de distribuição da cadeia de suprimentos: a negociação de tarifas de transportes.

É possível analisar o desenvolvimento de um processo de negociação de tarifas de transporte expresso através da linguagem da teoria dos jogos. Na seqüência, um caso real de negociação e precificação de tarifas demonstra a aplicação prática do modelo utilizado.

A aplicação da teoria dos jogos leva a resultados que demonstram os fatores que mais influenciam na negociação e formação dos preços das tarifas.

O setor de logística tem crescido no Brasil e sua importância é cada vez maior dentro das organizações. Deste modo, prover ferramentas que tornem os agentes envolvidos nos processos de negociação mais racionais, com o uso da teoria econômica, pode ser um grande diferencial na agenda das organizações.

As conclusões do trabalho alinham-se com as tendências observadas nas cadeias de suprimento, mais especificamente na logística de distribuição das organizações. A evolução do grau de preparo e profissionalismo dos operadores logísticos vai exigir que o processo de contratação e gestão de relacionamento com esses fornecedores seja mais sofisticada e efetivo por parte das empresas contratantes. Além disso, os processos tradicionais de compra e contratação de serviços logísticos podem não ser suficientes para maximizar os resultados das organizações através de redução de custos operacionais e elevação do nível de serviço ao cliente final (ambos diretamente relacionados à logística de distribuição).

## **ABSTRACT**

The objective of this work is to present a different view on one of the processes that make up the distribution of consumer goods in the supply chain: the negotiation of freight prices.

It is possible to examine the development of a process of negotiation of freight prices expressed through the language of the game theory. In sequence, a real case of negotiation and pricing of freights demonstrates the practical application of the chosen model.

The application of the game theory leads to results that show the factors that most influence in the negotiation and freight prices or tariffs.

The logistics industry has grown in Brazil and its importance is growing within organizations. Thus, providing tools that make those involved in the negotiation processes more rational, with the use of economic theory, can be a large opportunity in the agenda of the organizations.

The conclusions of the work line with the trends observed in Supply Chain, specifically the logistics of the organizations. The evolution of the degree of preparation and professionalism of the logistics operators will require that the process of hiring and managing relationships with suppliers becomes more sophisticated and effective by companies. Moreover, the traditional process of buying and hiring logistics services may not be sufficient to maximize results of the organizations through reduction in operating costs and raising the level of customer service (both directly related to distribution).



## SUMÁRIO

1. Introdução .....	10
1.1. Objetivos .....	10
1.2. A crescente importância da logística na indústria de bens de consumo não duráveis .....	12
1.3. A forma básica de uma cadeia de suprimentos na indústria de bens de consumo não duráveis .....	14
2. A natureza da indústria de transporte de cargas .....	18
2.1. A indústria de transporte de cargas .....	18
2.2. Participantes da indústria .....	19
3. Referencial teórico .....	21
3.1. A teoria dos jogos e a cadeia de suprimentos .....	21
3.2. Jogos dinâmicos com informação assimétrica .....	23
3.3. Signaling .....	24
4. O processo de negociação de tarifas .....	27
4.1. Formação de preços na indústria .....	27
4.2. Interação entre os agentes .....	28
4.2.1. O processo preliminar de negociação - <i>Screening</i> .....	28
4.2.2. A ameaça da formação de conluio entre fornecedores: Presos em dilema de prisioneiros (equilíbrio de Nash não cooperativo) .....	29
5. O modelo proposto e suas aplicações práticas: negociação de tarifas visto como um jogo .....	35
5.1. Aspectos gerais do jogo .....	35
5.2. A construção do jogo .....	36
5.3. Aplicação do modelo em uma situação real .....	42
5.4. Sinalizações como estratégia de negociação .....	45
6. Conclusões .....	47
Bibliografia .....	50
APENDICE .....	53

A.I. HOLD UP .....	53
A.II. SIGNALING GAMES (JOGOS DE SINALIZAÇÃO) .....	54
A.III. SCREENING GAMES (TRIAGEM).....	55

## FIGURAS

Figura 1: Modelo integrado da cadeia de suprimentos.....	14
Figura 2: Exemplo de cadeia de suprimentos estendida integrada.....	15
Figura 3: Exemplo de cadeia de distribuição – Um dos elos da cadeia de suprimentos.	16
Figura 4: Matriz de <i>payoffs</i> – Análise de conclusão.....	32

## APENDICE

Figura 5: Imagem de <i>pallet</i> padrão (PBR).....	55
---	----

# 1. Introdução

## 1.1. Objetivos

O objetivo deste trabalho é discutir o processo de negociação de tarifas de transporte na etapa de distribuição da cadeia de suprimentos ou de abastecimento (*supply chain*) através da aplicação da teoria econômica, mais especificamente a teoria dos jogos (TJ).

Na ampla teoria e ferramentas disponíveis sobre a TJ, este trabalho está focado mais especificamente nos jogos dinâmicos com informação assimétrica, utilizado na análise da relação entre fornecedores e clientes durante o processo de negociação. O foco é avaliar como a empresa cliente pode obter de vantagem competitiva na contratação dos serviços.

Para que o conteúdo aqui descrito tenha aplicabilidade em diversas situações no gerenciamento da cadeia de suprimentos, o referencial teórico e o modelo proposto visam incentivar o uso da TJ como ferramenta para tornar os agentes ao longo da cadeia de suprimentos mais racionais durante um processo de negociação.

Como consequência do objetivo primário, o trabalho apresenta um processo de negociação de tarifas de transportes para logística de bens de consumo<sup>1</sup> para cargas fechadas, ou seja, sem fracionamento dos volumes transportados.

Segundo a revisão teórica de Cachon e Netessine (2003), o gerenciamento das cadeias de suprimentos foi lento em adotar a teoria dos jogos como ferramenta gerencial. Porém, esta atividade é uma candidata ideal a aplicação da teoria dos jogos e recentemente notou-se uma explosão de trabalho de teoria dos jogos em cadeias de suprimentos. Além disso, é importante notar que este trabalho considera em sua análise que a atividade de transporte de cargas aqui levadas em conta não requer ativos especializados para sua execução, ou seja, as mercadorias que terão suas rotas de transporte analisadas, podem ser transportadas por ativos de baixo grau de especificidade.

As pesquisas dos autores citados acima no trabalho *Game theory in supply chain analysis* (2003), apontam que a maioria dos artigos e trabalhos acadêmicos utiliza

---

<sup>1</sup> Neste caso, entende-se por bens de consumo, produtos destinados a satisfazer as necessidades humanas e que se esgotam no ato da utilização.

apenas alguns conceitos de teoria dos jogos, em particular os relacionados com jogos estáticos não cooperativos. Mais recentemente alguma atenção tem sido dada para jogos cooperativos, repetidos, bayesianos e também para situações de assimetria de informação em que o processo de *screening*<sup>2</sup> é relevante.

O custo de transporte dentro do custo total de distribuição de bens de consumo é uma variável extremamente relevante na composição do custo logístico total que incide sobre a lucratividade das mercadorias<sup>3</sup>. O estudo sobre as formas de redução desses custos, o que está diretamente ligado à forma de negociação e compra desse tipo de serviço logístico, sempre foi centro de muitas pesquisas e discussão. Porém, mais recentemente, o tema das estratégias de *sourcing* para fretes ganhou muita força entre as consultorias e dentro das áreas de *supply chain* das grandes empresas<sup>4</sup>.

No Brasil, uma das razões para esse movimento é a recente onda de profissionalização das empresas de transporte de cargas. Com a estabilidade econômica presente há mais de 10 anos, os investimentos em ativos podem ser melhor planejados e o cálculo do retorno sobre os investimentos em um cenário de estabilidade, tornou-se uma realidade mais acessível para os gestores das empresas de transporte de cargas. Discussões como tempo de amortização de ativos para operações dedicadas, produtividade dos veículos e custo fixo dos ativos fora de uso, foram temas incorporados ao dia a dia das grandes negociações de tarifas de transporte entre embarcadores e transportadoras.

A discussão sobre amortização de ativos, operações dedicadas e produtividade estão baseadas no alto custo de *hold up*<sup>5</sup> dos ativos. Caminhões e carretas são ativos de alto valor. A aquisição dos mesmos sob a incerteza do mercado (demanda por transporte) ou incerteza de efetiva utilização pelo embarcador que sinaliza a necessidade de transporte, pode gerar altos custos para as transportadoras. Em caso de não utilização

---

<sup>2</sup> Em economia, *screening* refere-se a ações de evitar a seleção adversa (uma potencial complicação em uma tomada de decisão). O conceito de *screening* foi desenvolvido pela primeira vez em 1973 por Michael Spence no trabalho "Job market signaling". Para entendimento, considere dois agentes econômicos onde um conhece mais de si mesmo que o outro agente (agente informado). Os agentes estão tentando construir transações que frequentemente envolvem relações de longo prazo. O *screener* (o agente com menos informação) tenta reduzir sua assimetria tentando aprender o máximo sobre a natureza do outro agente.

<sup>3</sup> Do total dos custos de distribuição das empresas pesquisadas no Brasil, 64% são representados por despesas de transporte (fretes), 21% por custos de armazenagem e 15% por outros custos logísticos. Fonte: *Logistic Outsourcing Survey 2003* - Centro de Estudos em Logística (CEL) - COPPEAD – UFRJ.

<sup>4</sup> Uma evidência importante desse processo é o grande número de cursos e consultorias trabalhando os conceitos de *strategic sourcing* no mercado, bem como a estruturação de grandes empresas para oferecer centrais de compras compartilhadas entre várias organizações.

<sup>5</sup> Ver item I do apêndice para maiores detalhes sobre o conceito de *hold up*.

dos ativos, as transportadoras só conseguem elevar a liquidez dos ativos comprados abrindo mão de uma parcela maior do valor do bem, ou seja, uma vez que os ativos são comprados pelas transportadoras e não utilizados, a mesma só consegue vendê-los e reaver parte do investimento ao considerar um deságio no preço do mesmo quando comparado ao valor de mercado<sup>6</sup>. Em algum momento da negociação de tarifas ou da precificação de tarifas de transporte, esse risco é considerado pois pode trazer resultados negativos para a empresa de transporte e para seu plano de investimento e aplicação de recursos. Obviamente isso gera perda de eficiência e competitividade para transportadora e embarcador. Esse fator, aliado a profissionalização crescente da indústria, serviu para amadurecer negociações e relações entre transportadoras e embarcadores. Por consequência, esse amadurecimento exige um processo de contratação mais estruturado, com estratégias mais robustas. Discutir uma alternativa técnica para elevar a racionalidade dos agentes envolvidos na contratação dos serviços logísticos é o principal objetivo desse trabalho.

### *1.2. A crescente importância da logística na indústria de bens de consumo não duráveis*

Nos últimos anos, o foco da cadeia de suprimentos (supply chain) migrou do nível de fábrica para o nível corporativo, uma vez que a presença global de grandes organizações ficou muito mais intensa e continua em franca expansão. Se anteriormente o foco na obtenção de vantagens e produtividade estava nas linhas de produção, sistemas e métodos, hoje as grandes organizações avaliam que as oportunidades estão na presença global, próximos a fatores-chaves de sucesso como consumidores ou insumos. Conceitos como o de *Supply Chain Management* vem crescendo em importância e tem sido alvo de grande interesse na pesquisa e na gestão empresarial desde a década de 90, embora o conceito tenha surgido ainda na década de 80 na literatura acadêmica voltada para os estudos de logística, como o resultado de mudanças rápidas e de um ambiente competitivo e desafiador para muitas indústrias (SKJOETT-LARSEN, 1999; SVENSSON, 2002)

---

<sup>6</sup> Para o transporte de algumas cargas bastante específicas e que exigem veículos com adequações e condições técnicas adaptadas, o grau de integração entre transportadora e embarcador é maior, uma vez que a especificidade exigida é muito grande. Comumente, quanto maior a especificidade dos ativos requeridos, mais fortes os contratos e interações entre as partes.

A crescente busca por maior competitividade e menores custos nas cadeias de suprimentos fez com que empresas mudassem suas unidades produtivas dos eixos comerciais e financeiros tradicionais para uma variedade maiores de países. Esse processo foi fundamentado na busca de maior disponibilidade de mão de obra barata, recursos naturais, mercado consumidor, infra-estrutura disponível e adequado e taxas de crescimento da economia, entre inúmeros outros fatores de decisão sobre investimentos em capacidades produtivas.

Nesse contexto de competitividade, “há alguns anos, o gerenciamento da cadeia de suprimentos é reconhecido como uma das melhores vias para gerar melhorias imediatas na estratégia de negócios das organizações” (FISHER, 1994, p.24).

Empresas e fornecedores devem decidir se pretendem estabelecer juntos relações próximas e extrair benefício dessa proximidade ou extrair apenas soluções parciais de curto prazo. Essa diferença ocorre pois benefícios reais e de longo prazo podem ser obtidos apenas através de comprometimento sincero de cada uma das partes envolvidas ao longo da cadeia de suprimentos. O intervalo entre a plena ou inexistente colaboração entre os elos das cadeias de suprimentos está apoiado no grau de compartilhamento da informação ou simetria da informação entre as partes.

O compartilhamento das informações ao longo da cadeia de suprimentos é fundamental para a obtenção de benefícios reais e efetivos pois as negociações e interações ao longo da mesma não são naturalmente ou automaticamente reguladas pelo sistema de preços, como apontado pelo teorema do bem estar econômico. Ou seja, os preços não disponibilizam na relação entre empresas e consumidores (ou empresas e fornecedores) todo o conjunto de informações necessário para que haja a melhor alocação possível de recursos. As limitações do teorema de bem estar na economia real, segundo alguns autores, podem ser assim definidas:

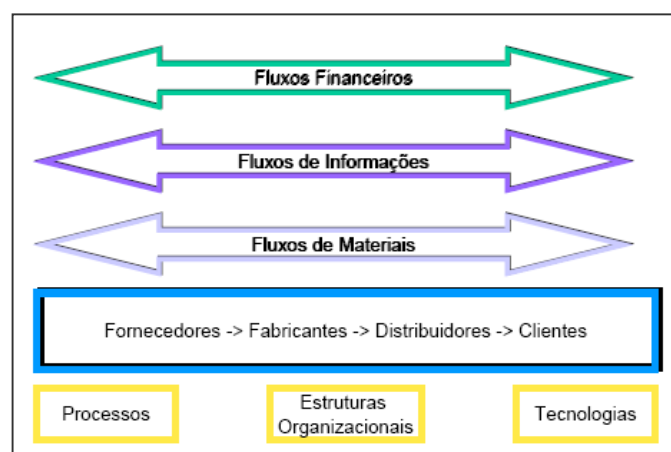
“Em economias com crescentes retornos de escala, pode não existir um preço em que a oferta iguale-se a demanda, momento esse que os preços sozinhos não podem coordenar e motivar decisões. Economias de escala estão frequentemente associadas à competição perfeita, mas com danos a mesma. Além disso, pode haver externalidades [...] de modo que os preços não reflitam os custos sociais ou transações que sejam desejadas.” (MILGROM e ROBERTS, 1992, p. 84, tradução nossa).

Desta maneira, o grau de parceria entre empresa e fornecedores ou os processos de negociação devem considerar as imperfeições na disponibilidade de informação para que haja tomadas de decisões mais racionais por parte dos agentes.

### *1.3. A forma básica de uma cadeia de suprimentos na indústria de bens de consumo não duráveis*

Segundo Akkermans (2003), a cadeia de suprimentos é como uma rede, constituída de fornecedores, fabricantes, distribuidores, revendedores e consumidores, como ilustrado na Figura 1. Em nível operacional, esta rede suporta três tipos de fluxos os quais requerem um cuidadoso planejamento e uma coordenação muito forte:

- Fluxo de material: representa o fluxo físico de produtos vindo dos fornecedores para os consumidores, bem como o fluxo reverso de retorno de produtos provenientes de serviços de reparo, garantia e reciclagem.
- Fluxo de informações: este representa a transmissão do pedido e o rastreamento do mesmo, o qual coordena o fluxo físico dos produtos.
- Fluxos financeiros: neste, são representados os termos de crédito, cronogramas de pagamento e arranjos de propriedade e consignação.



*Figura 1 - Modelo integrado da cadeia de suprimentos (Akkermans, 2003)*

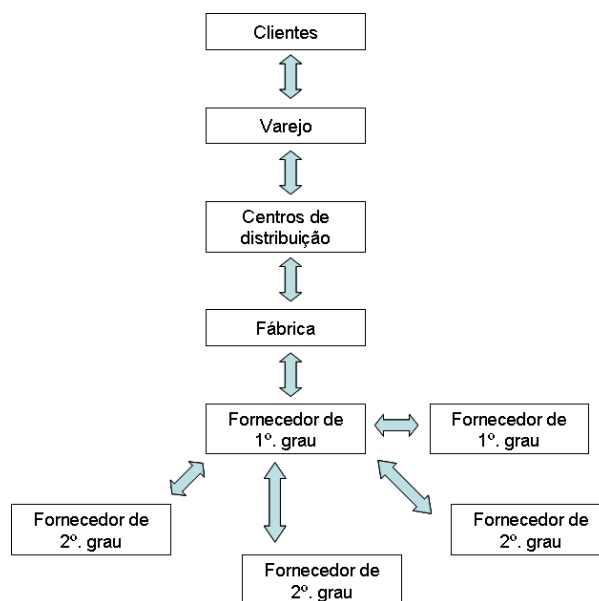
Esta rede tem sua operação suportada por três pilares:

- Processos: estão embutidos nas capacidades da empresa como: logística, desenvolvimento de novos produtos e gestão do conhecimento.
- Estruturas organizacionais: representam uma grande faixa de relacionamentos nos sentidos horizontais e verticais da empresa e da cadeia de suprimentos. Engloba assuntos como gestão do capital humano, recompensas, medidas de desempenho e formas de gestão da empresa.
- Tecnologias: incluem dois aspectos, processos e tecnologia da informação.

As cadeias de suprimentos desempenham dois papéis principais: o primeiro, a função física de transformação, armazenagem e transporte. O segundo, a mediação com o mercado, função que tenta conciliar a demanda com a oferta (FISHER, 1997).

Enquanto a função física tem sido exaustivamente estudada dentro das literaturas voltadas ao controle da produção e gestão de estoques com uma visão de minimização de custos, a função de mediação com o mercado começou recentemente a ser estudada (AKKERMANS, H., 2003).

Já em sua forma mais básica, uma cadeia de suprimentos existe para processar matéria primas organizadamente, agregando valor as mesmas e transformando-as em bens de consumo a serem destinadas aos pontos de vendas.

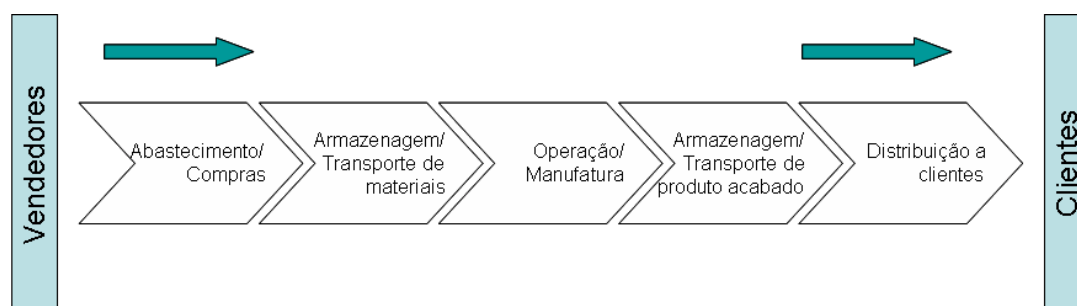


*Figura 2: Exemplo de cadeia de suprimentos estendida integrada (Handfield and Nichols Jr., 1999, tradução nossa).*



A Figura 2 ilustra de forma esquemática uma cadeia de suprimentos com seus principais elos. No início da cadeia estão localizados alguns e principais fornecedores e no outro extremo estão alguns e principais clientes.

Mais especificamente, no elo da cadeia relacionada à distribuição, fase em que a negociação de tarifas está localizada, é possível ilustrar esse processo de maneira esquemática através da figura abaixo:



*Figura 3: Exemplo de cadeia de distribuição – Um dos elos da cadeia de suprimentos (Coyle, J. J., Bardi, E. J. and Langley, C. J. Jr., 1996, tradução nossa).*

Vale destacar que no contexto deste trabalho, as tarifas de transporte em questão (preços de frete) estão relacionadas com os fretes de entrega de produto acabado ou de saída de produtos da empresa (conhecido como *outbound*) e não ao transporte de matérias primas ou chegada de produtos na empresa (conhecido como *inbound*). É por essa razão que a negociação de tarifas está localizada na fase de distribuição, como citado anteriormente.

O gerenciamento de fluxos físicos de matérias primas e produtos através dos elos da cadeia de suprimentos tem sido alvo de muitos estudos pela contribuição efetiva que pode gerar ao negócio e tornou-se uma preocupação importante para os gestores<sup>7</sup>. Cada uma das cadeias e elos ao longo da empresa conta com alocações de recursos para serem processados ou distribuídos, acompanhando a demanda e movimento do mercado.

<sup>7</sup> Inúmeros artigos de conceituados autores e instituições são provas desse movimento. Entre eles, é possível destacar: Leading a supply chain turnaround (Reuben E. Slone, Harvard Business Review, 2004); Strategic Sourcing: from periphery to the core (Mark Gottfredson, Rudy Puryear, Stephen Phillips, Harvard Business Review, 2005); Building deep suppliers relationships (Jeffrey K. Likers, Thomas Choi, Harvard Business Review, 2004); The triple A supply chain (Hau Lee, Harvard Business Review, 2004); Aligning incentives in supply chains (V. G. Narayanan, Ananth Raman, Harvard Business Review, 2004).

À medida que o número de elos na cadeia de suprimentos aumenta, aumenta também a complexidade e a demanda por uma abordagem diferenciada na gestão da cadeia de suprimentos. Considerando uma cadeia de suprimentos com inúmeros elos em constante interação, a aplicação da teoria dos jogos no auxílio à tomada de decisões é uma forma de elevar a racionalidade dos agentes dentro das organizações.

É exatamente a abordagem diferenciada citada acima que se busca através da discussão focada em um dos elos da cadeia de suprimentos: a negociação de tarifas de transporte para distribuição e transferência de produtos acabados (ponto focal deste trabalho).

No desenho básico e usual das cadeias de suprimentos, a área de compras ou a área de distribuição são as áreas responsáveis pela contratação das empresas de transporte (transportadoras). São as transportadoras os fornecedores responsáveis pela operação logística de distribuição e transferência dos bens de consumo dos clientes quando o modelo logístico escolhido pela empresa é o modelo de distribuição terceirizada e não o modelo de frota própria.

Dentro da atividade de negociação e compra de serviços logísticos, é a área de compras ou área logística que interage diretamente com elos externos da cadeia de suprimentos (mundo exterior à cadeia de suprimentos da empresa). Assim sendo, analisar o processo de negociação e tomada de decisão usando a teoria dos jogos como ferramenta pode, além de trazer uma maior racionalidade aos agentes, gerar melhores resultados no processo de negociação e tomada de decisão da empresa fornecedora de serviços de transporte.

## 2. A natureza da indústria de transporte de cargas

### 2.1. A indústria de transporte de cargas

De uma forma geral, a indústria de transporte de cargas opera com um alto grau de concorrência e baixa barreira à entrada de novos competidores<sup>8</sup>. Por mais que os ativos envolvidos em operações de transporte tenham um custo considerável<sup>9</sup>, uma nova empresa transportadora pode se estabelecer contratando motoristas autônomos que tenham veículos próprios. Considerando o número de concorrentes, a baixa barreira à entrada e a força econômica dos grandes grupos de transporte, as empresas de transportes enfrentam grande competição em suas atividades.

Porém, isso não gera uma situação de preços em que a receita marginal seja igual ao custo marginal das empresas de transporte, como seria de se esperar em um mercado em plena concorrência perfeita. Isso ocorre porque a dinâmica de entrada de novas transportadoras e saída de transportadoras em operação do mercado, aliado a alta competição por novas rotas ou novos volumes levam a distorções temporárias na formação de preços por algumas transportadoras.

A indústria de transporte de cargas é composta por empresas de transporte, de diversos tamanhos e localizações geográficas que oferecem seus serviços para as empresas embarcadoras. Não é foco mensurar o mercado fornecedor neste momento, mas vale destacar algumas características importantes:

(a) Para as grandes empresas embarcadoras os serviços de transporte de produtos acabados são prestados em veículos com diversos tamanhos. Para efeito de simplificação e relevância, está sendo considerado que as tarifas acordadas nos processos de negociação são para transportes em veículos chamados de carretas, com capacidade de transporte de 28 pallets<sup>10</sup>.

---

<sup>8</sup> O número de empresas de transporte cadastradas fiscalmente e legalmente no Brasil está em torno de 30.000. Obviamente, apenas uma fração dessas empresas tem relevante porte e plenas condições de operar para grandes empresas.

<sup>9</sup> O preço de um conjunto novo (nome técnico atribuído à junção de uma fonte de tração mecânica e um compartimento para carga de mercadorias - carreta), com capacidade para 28 pallets varia na média entre R\$250.000 a R\$400.000, dependendo da marca e da sofisticação.

<sup>10</sup> Entende-se por *pallet* (palete) a estrutura de madeira utilizada como base de apoio para o transporte de caixas devidamente acondicionadas. A dimensão padrão (PBR: Palete padrão de distribuição nacional) de um *pallet* é de: 120 cm x 100 cm x 14,5cm. Veja apêndice para imagem de um *pallet* padrão.

(b) É importante deixar claro que os grandes embarcadores (empresas que transportam grande volume de produtos) na maioria das vezes exigem condições mínimas das empresas de transporte para que essas sejam seus fornecedores. Porém, essa maior exigência de qualificação dos fornecedores tem pouco impacto no nível de concorrência do mercado fornecedor, uma vez que hoje o mercado conta com inúmeras empresas com grandes frotas e razoável grau de organização em suas operações.

Para efeito de melhor entendimento do mercado em questão, os custos logísticos em relação ao PIB são da ordem de 12,63% contra 8,19% dos Estados Unidos. No período de 1996 a 2004 houve redução do custo de transporte em relação ao PIB nos Estados Unidos e no Brasil, apesar da elevação dos preços de petróleo, provavelmente devido ao aumento da eficiência desta operação. O motivo do custo logístico no Brasil ser maior que o americano em termos proporcionais ao PIB está ligado, principalmente, à menor participação de serviços na economia brasileira e ao menor valor agregado dos produtos brasileiros, além do maior custo de capital (LIMA, 2006).

## 2.2. Participantes da indústria

A indústria em questão é composta no lado da oferta pelas empresas transportadoras de cargas (transportadoras) e no lado da demanda pelas empresas fabricantes e comerciantes de bens de consumo (embarcadoras). Outros agentes importantes na indústria são os órgãos reguladores das normas de transporte<sup>11</sup>, órgãos de classes e fornecedores de insumos relacionados a atividade de transporte<sup>12</sup>. A nomenclatura utilizada neste trabalho está discriminada a seguir:

***Empresa embarcadora ou demandante*** é a detentora das cargas (produtos acabados) que devem ser entregues aos clientes ou transferidos entre centros de distribuição (CDs). Uma simplificação dessa nomenclatura é simplesmente o uso de embarcadora para designar a empresa detentora da carga ou mercadoria a ser transportada.

***Transportadora ou ofertante*** é a empresa prestadora de serviços de transporte de cargas.

---

<sup>11</sup> No Brasil, a autoridade responsável pela regulamentação geral do transporte de cargas é a ANTT (Agência Nacional de Transporte Terrestre).

<sup>12</sup> Pneus, combustível, peças e serviços de manutenção.

*Tarifa de transporte* é o preço praticado e negociado entre a empresa embarcadora e a transportadora. Comumente é expresso por R\$/viagem ou R\$/ton, mas pode ser representado por qualquer outra razão de preços.

*Impacto logístico sobre a lucratividade* é o custo de transportar ou movimentar os bens de consumo entre localidades. Esse impacto recai diretamente sobre a margem de lucro dos produtos e faz referência aos custos que a decisão sobre o modelo logístico (modal de transporte, fornecedor, tipo de montagem de carga, tempo de entrega e nível de serviço) que impacta o lucro da venda de determinado bem. Existem outros fatores logísticos que não apenas o custo de frete que impactam a lucratividade, como por exemplo os custos de estoque e de armazenagem. Porém, neste trabalho, esses outros custos são considerados como fixos e apenas o custo de transporte será considerado.

O impacto logístico sobre a lucratividade é crítico pois uma decisão errada sobre a rota ideal de uma determinada carga ou um processo de negociação de tarifas mal conduzido pode consumir parte considerável da lucratividade de um produto. O conjunto de rotas (percurso entre duas localidades) utilizado por uma empresa embarcadora compõe malha logística da empresa. A malha logística é composta por todas as origens e destino operados por embarcadores e transportadores e incluem: clientes, fábricas, centros de distribuição e bases de transportadoras.

Ainda quanto ao impacto logístico na lucratividade das empresas, a lucratividade de determinado bem, perseguida através da inovação, redução de custos de matérias primas, redução de custos de fabricação e alta performance de manufatura podem ser fortemente impactados por decisões logísticas erradas ou processos de negociação mal estruturados para a composição da malha logística de uma empresa.

### 3. Referencial teórico

#### 3.1. A teoria dos jogos e a cadeia de suprimentos

A teoria dos jogos (TJ) é uma ferramenta poderosa para análise de decisões onde a ação de cada um dos agentes afeta o resultado final de uma interação. Isto se aplica as negociações, contratos, acordos de produção ou qualquer outro elo da cadeia de suprimentos.

Enquanto vários economistas nos últimos séculos trabalharam nos modelos teóricos da TJ, John von Neumann e Oskar Morgenstern são formalmente conhecidos como os pais da moderna teoria dos jogos. O livro *Theory of Games and Economic Behavior* escrito por ambos em 1944 sumariza os conceitos básicos existentes àquela época. A partir desses autores, houve uma explosão de refinamentos teóricos, incluindo o conceito de equilíbrio (Nash, 1950), jogos com informação imperfeita (Kuhn, 1953), jogos cooperativos (Aumann, 1959 e Shubik, 1962) e leilões (Vickrey, 1961), para nomear apenas alguns. Citando Shubik (2002), “nos anos 50, a teoria dos jogos era observada como curiosa, mas não algo para ser tomado como sério por nenhum cientista comportamental”.

Como conceito e possibilidades de utilização da teoria dos jogos é possível destacar como definição:

“A Teoria dos Jogos é o estudo de problemas de tomada de decisão envolvendo diversos agentes. Esses problemas surgem frequentemente em economia como, por exemplo, nos estudos sobre oligopólios (cada empresa deve considerar o que as outras vão fazer ou como vão se posicionar). Porém, muitas outras aplicações da teoria dos jogos surgiram em outros campos que não o da organização industrial. No nível micro, modelos comerciais (como modelos de negociação e leilões) envolvem teoria dos jogos. Em um nível intermediário de agregação, modelos de mercado de trabalho e finanças incluem modelos de teoria dos jogos sobre o comportamento de uma firma em sua atuação no mercado (muito mais do que na reação do mercado,

como acontece em um oligopólio). Também existem problemas de múltiplos agentes dentro de uma empresa: muitos trabalhadores podem disputar uma promoção e várias divisões podem competir por investimentos da organização. Finalmente, em um nível mais alto, temos modelos nos quais cada país compete (ou coopera) ao escolher tarifas e demais políticas comerciais. Por fim, em macroeconomia temos modelos em que a autoridade monetária e definidores de preços e salários interagem estrategicamente para determinar o efeito de políticas monetárias” (GIBBONS, 1992, p. 223, tradução nossa).

De maneira mais simples e geral, a teoria dos jogos está dividida em diversos tópicos que facilitam seu estudo e interpretação. Basicamente, o posicionamento dos agentes e a posse da informação, definem algumas das classificações de seu conteúdo. Gibbons, analisa o conteúdo da TJ e sua aplicabilidade dentro de quatro grupos: (1) jogos estáticos de informação completa; (2) jogos dinâmicos de informação completa; (3) jogos estáticos de informação incompleta e (4) jogos dinâmicos de informação incompleta. De forma análoga a esses quatro grupos, o autor aborda quatro noções de equilíbrio: (1) equilíbrio de Nash; (2) equilíbrio de Nash perfeito de sub-jogo; (3) equilíbrio Nash-Bayesiano e (4) equilíbrio Bayesiano perfeito.

Mais especificamente, Cachon e Netessine (2003) discorrem sobre a utilização da teoria dos jogos no gerenciamento de cadeias de suprimentos, pesquisando também a publicação de trabalhos que apliquem a TJ com essa finalidade. Primeiramente, os autores estruturam seu trabalho com jogos de informação completa através da seguinte divisão: (1) jogos estáticos não cooperativos; (2) jogos dinâmicos seqüenciais; (3) jogos dinâmicos simultâneos; (4) jogos cooperativos. Em seguida, incluem a análise de jogos com informação incompleta através da divisão: (5) jogos de sinalização<sup>13</sup>; (6) *screening games* (triagem)<sup>14</sup> e (7) *Bayesian games*<sup>15</sup>. Os autores reforçam que no gerenciamento

---

<sup>13</sup> Ver AII do Apêndice para maiores detalhes.

<sup>14</sup> Ver AIII do Apêndice para maiores detalhes.

<sup>15</sup> *Bayesian games* resultam de uma combinação entre teoria dos jogos e teoria das probabilidades que permite levar em conta as informações incompletas. Em jogos bayesianos cada jogador tem informação privada que afeta o jogo de uma forma geral, mas que não é conhecida pelos outros. Entretanto, os outros tem crenças sobre as informações privadas de cada um. Essas crenças são apresentadas por distribuição de probabilidades e são atualizadas pela regra de Bayes sempre que novas informações estão disponíveis. Para que haja um resultado ótimo, os jogadores devem agir de acordo com suas crenças e suas informações privadas.

das cadeias de suprimentos, parece fazer mais sentido que uma empresa tenha melhor informação que seus fornecedores em um processo de negociação ou mesmo em um processo de estabelecimento de demanda por insumos. Por fim, concluem que o gerenciamento das cadeias de suprimentos é um campo bastante rico para a aplicação dos conceitos da teoria dos jogos e que recentemente houve uma explosão de trabalhos nesse sentido, em particular apoiados na teoria de jogos estáticos não cooperativos. Especificamente para os tópicos de negociações e leilões os autores ainda destacam que “a redução do custo de informação gerada pela tecnologia possibilitou um alto grau de redução de intermediações, uma vez que a tecnologia reduziu muito os custos de transação” (CACHON e NETESSINE, 2003, p. 18).

### *3.2. Jogos dinâmicos com informação assimétrica*

Os jogos dinâmicos com informação assimétrica foram criados para refinar o equilíbrio Nash-Bayesiano, da mesma forma que o Equilíbrio de Nash Perfeito de Sub-Jogo (ENPS) refina o equilíbrio de Nash.

Segundo Gibbons (1992), uma das formas de reforçar o conceito de equilíbrio dinâmico com informação assimétrica é impor dois importantes requisitos:

- 1) Em cada conjunto de informações, o jogador que está em vias de se posicionar, deve ter uma crença sobre em qual nó de informação ele está localizado e qual o conjunto de informação. Para um conjunto de informações variado, a crença é uma distribuição de probabilidade ao longo dos nós; para um único nó de decisão, a crença do jogador é uma probabilidade alocada nesse único nó de decisão.
- 2) Dadas as crenças dos jogadores ou dos agentes envolvidos no jogo, as estratégias dos jogadores devem ser sequencialmente racionais. Isto é, em cada conjunto de informação, a ação tomada pelo jogador com seu posicionamento e a estratégia do jogador subsequente devem ser ótimas, dadas as crenças do jogador no conjunto de informações e a estratégia subsequente do outro jogador. Nesse caso, uma estratégia subsequente é um plano completo de ações cobrindo toda contingência que pode surgir depois que uma informação dada foi atingida.



Os critérios acima reforçam que os jogadores possuem crenças e agem de maneira ótima (dadas essas crenças), mas isso não quer dizer que essas crenças sejam sempre razoáveis. Para impor mais requerimentos às crenças dos jogadores, temos que distinguir os conjuntos de informações que estão nas rotas de equilíbrio e os que estão fora dessas rotas.

Assim sendo, vale destacar a definição quanto às rotas de equilíbrio em um jogo dinâmico de informação assimétrica:

“Para um dado equilíbrio em um determinado jogo na forma extensiva, um conjunto de informações está no caminho do equilíbrio se esse será atingido com uma probabilidade não nula, sendo o jogo jogado de acordo com as estratégias de equilíbrio. Por outro lado, um conjunto de informações está fora do caminho do equilíbrio se não será atingido (não é crível), sendo o jogo jogado de acordo com a estratégia de equilíbrio (onde o equilíbrio pode significar EN, ENPS, equilíbrio bayesiano ou equilíbrio bayesiano perfeito)” (GIBBONS, 1992, p. 292).

Através dessa definição, surge um terceiro requisito:

3) Em conjuntos de informações no caminho do equilíbrio, as crenças são determinadas pela regra de Bayes e pelas estratégias de equilíbrio dos jogadores.

Uma importante aplicação dos jogos de informação incompleta são os jogos de sinalização (*signaling games*). Nessas aplicações, os requerimentos de 1 a 3 não apenas capturam o espírito do jogo, como constituem uma definição do equilíbrio bayesiano perfeito. Em modelos mais complexos, um quarto requerimento é exigido:

4) Em conjuntos de informação fora dos caminhos de equilíbrio, as crenças são determinadas pela regra de Bayes e as estratégias de equilíbrio dos jogadores, onde as mesmas são possíveis.

Esse conceito será utilizado na elaboração do modelo de negociação descrito adiante.

### 3.3. Signaling

Em sua forma mais simples, um jogo de sinalização conta com dois agentes (no caso deste trabalho, embarcador e transportador) e um dos agentes tem conjunto de informações melhor que o outro. O agente com o melhor conjunto informação é o primeiro a se posicionar.

Cachon e Lariviere (2001) apresentam um modelo com um fornecedor e um cliente tratando de temas inerentes às cadeias de suprimentos. O fornecedor deve construir ou ampliar a capacidade de produção de um determinado componente chave no produto final de seu cliente, mas esse mesmo cliente tem uma previsão de demanda melhor que o fornecedor. Neste modelo, em um mundo ideal, o cliente deveria compartilhar a previsão de demanda com o fornecedor de modo que o mesmo pudesse construir uma capacidade apropriada para atender essa demanda. Entretanto, o cliente sempre se beneficia com uma capacidade instalada maior, mas é o fornecedor que suporta o custo dessa expansão. Assim sendo, o cliente tem um incentivo a manter a previsão de demanda mais alta. A expectativa do cliente é que o fornecedor acredite nessa previsão e construa a capacidade adicional. O fornecedor está atento a existência desse incentivo e deverá analisar a previsão do cliente com ceticismo.

Com esse exemplo, os autores apresentam uma situação em que a relação entre os agentes (cliente e fornecedor) e as decisões originadas desses processos são pautadas pelos sinais emitidos e interpretados pelos agentes.

Enquanto o principal foco desse processo é o conjunto de ações e posições que reflete o tipo do cliente, é importante considerar a possibilidade de que o cliente não sinalize sua preferência (demanda). Em outras palavras, o cliente escolhe uma ação tal que não proporciona ao fornecedor informações adicionais sobre a opção de volume ou propensão a aceitar a oferta de tarifa de frete. Esse resultado é chamado *pooling equilibrium* porque para diferentes opções (probabilidades de ação) os clientes se comportam da mesma maneira. Como resultado, a regra de Bayes não permite ao fornecedor um refinamento de suas crenças sobre as ações do cliente.

O *pooling equilibrium* não é desejado sob a perspectiva da cadeia de suprimentos porque as ações do cliente não são comunicadas para o fornecedor. Assim, o fornecedor não escolhe a capacidade correta dada a demanda projetada naquele momento pelo fabricante. Entretanto, isso não significa que ambas as empresas estão desapontadas ou insatisfeitas com o *pooling equilibrium*.

Mesmo que o *pooling equilibrium* possa atender ao equilíbrio de Nash, isso pode não ser satisfatório. Suponha que o fornecedor acredite que um cliente que desvia de sua posição padrão tenha uma alta previsão de demanda. Se para um cliente com alta previsão é melhor desviar do comportamento habitual e para um cliente com baixa demanda não, apenas o cliente com alta demanda vai desviar.

A parte fundamental desta lógica é que para o cliente com baixa previsão de demanda é melhor não desviar. Neste caso, não é razoável para o fornecedor acreditar que o cliente que desvia do comportamento padrão possa ter apenas alta previsão de demanda e assim então o fornecedor deveria ajustar suas crenças (ajustar as probabilidades em cada nó de decisão). Por fim, o fabricante com maior demanda deveria desviar do *pooling equilibrium*.

Essa lógica, chamada de critério intuitivo<sup>16</sup>, levou a quebra do *pooling equilibrium*.

O oposto do *pooling equilibrium* é o *equilíbrio através da sinalização*. Neste caso, os diferentes tipos de clientes escolhem ações diferentes de modo que os fornecedores são capazes de refinar suas crenças sobre os tipos de clientes em questão, dadas as ações observadas. É exatamente isso que ocorre durante um processo de negociação, mas em um processo de negociação, o agente com um conjunto maior de informações não deseja que as mesmas sejam transmitidas para o outro agente.

---

<sup>16</sup> Desenvolvido por David M. Kreps.

## 4. O processo de negociação de tarifas

### 4.1. Formação de preços na indústria

O processo de contratação de transportadoras por empresas embarcadoras pode ocorrer de diversas maneiras. Grandes empresas embarcadoras estão contratando os serviços de transporte através de processos de concorrência organizados e bem estruturados, construindo assim contratos de longo prazo com volumes e rotas cativas e garantidas. A construção dessa relação comercial está relacionada à redução dos custos de *hold up* no processo o que gera benefícios para a empresa embarcadora e também para a transportadora. Os processos estruturados de contratação de transporte muitas vezes contam com simulação ou busca pela melhor compreensão das estruturas de custo das transportadoras. Esse processo busca aumentar a assimetria de informação já existente em qualquer processo de negociação<sup>17</sup>. Quanto maior a assimetria de informação, maior pode ser o excedente capturado em um processo de negociação.<sup>18</sup>

Pelo lado das transportadoras, a estabilidade em rotas e volumes que aumenta a utilização de seus ativos reduz o risco sobre a lucratividade do negócio (geralmente bastante alavancado). Esse benefício é repassado na precificação das tarifas de transporte sob o termo de produtividade<sup>19</sup>. Pelo lado das empresas embarcadoras, a estabilidade e garantia de volumes gera não apenas um benefício de tarifas, mas também um fluxo mais estável na disponibilidade de veículos para embarque dos bens de consumo.

Por outro lado, os benefícios de contratos de longo prazo entre transportadoras e embarcadores não podem ser estabelecidos em todas as relações comerciais. Isso ocorre pela própria dinâmica do mercado e pode beneficiar o lado da oferta ou o lado da demanda na indústria de transporte. Fatores como a sazonalidade ou fatores estruturais

---

<sup>17</sup> Se não existisse o mínimo de informação assimétrica, o sistema de preços poderia ser ótimo em carregar todas as informações disponíveis.

<sup>18</sup> Essa assimetria pode ser ampliada, por exemplo, pela simulação ou cálculo dos custos de uma transportadora na operação que será contratada por parte do embarcador.

<sup>19</sup> Produtividade é o termo utilizado pelo mercado para designar alta utilização dos ativos das transportadoras. De maneira mais específica, é a alta ocupação e alta utilização das carretas da frota da transportadora (baixa ociosidade ou giro alto de ativos).

da indústria que afetem positivamente ou negativamente a oferta de cargas ou veículos podem gerar situações de arbitragem de tarifas<sup>20</sup>.

Seja qual for a modalidade de contratação de transporte (concorrências estruturadas ou contratações avulsas e pontuais - spots) é importante destacar que a ameaça de formação de conluio existe mais é mitigada pela formação de uma situação semelhante ao dilema dos prisioneiros<sup>21</sup>. Através dessa análise esse risco é praticamente eliminado.

## 4.2. Interação entre os agentes

### 4.2.1. O processo preliminar de negociação - *Screening*

Considerando o processo de formação de preços descrito anteriormente, é possível avaliar o modo como os agentes interagem no processo de negociação através da teoria dos jogos.

Em um processo de negociação, existe como um dos lados (agente 1 do jogo) a empresa embarcadora e como um segundo lado (agente 2 do jogo) a transportadora. Antes do processo de negociação presencial, diversas transportadoras concorreram preliminarmente buscando qualificação para a etapa seguinte do processo de seleção de prestadores de serviços e negociação (presencial) com a empresa embarcadora (contratante). O processo de qualificação preliminar das transportadoras antes da negociação final e/ou presencial é condição necessária por duas razões:

- 1) Validação dos requisitos legais para o transporte de cargas: nesta etapa é verificado o conjunto de licenças e documentos legais que são exigidos pela legislação brasileira para o transporte das cargas de um determinado embarcador. As transportadoras sem o conjunto mínimo necessário de

---

<sup>20</sup> Tome por exemplo, um momento de alta demanda por veículo causado pelas comemorações de fim de ano. Este processo gera condições para que as tarifas possam ser arbitradas pelas transportadoras na tentativa de capturar um maior excedente do consumidor (desde que haja disponibilidade de ativos para atender a demanda fora dos contratos cativos). Vale reforçar que as ameaças de quebra de contratos de longo prazo para arbitragem de tarifas não são críveis quando a elevação da demanda é pontual e sazonal. Isso porque passada a temporária elevação da demanda, as transportadoras têm benefícios em manter a utilização de seus ativos nos contratos de longo prazo.

<sup>21</sup> O sub-topico 4.2.2 do capítulo 4, detalha o processo de mitigação da ameaça de conluio entre as transportadoras através da analogia com a solução do dilema dos prisioneiros.

documentos são desqualificadas nessa etapa do processo. Também nesse momento são avaliados dados gerais como: tamanho da frota, clientes que atende e referências financeiras.

- 2) Embasamento preliminar de tarifas: é a realização de uma tomada inicial de preços para as principais rotas e principais volumes. Com essa tomada de preços inicial, através do preenchimento de documentos próprio para cotações, é possível balizar os potenciais concorrentes para as etapas sub-sequentes da negociação. Essa etapa é fundamental para pré-selecionar as transportadoras que tem valores de tarifas mais próximos aos valores desejados e esperados pelo embarcador.

Uma vez concluídos esses dois passos, o processo de negociação estruturado tem seqüência. As transportadoras previamente selecionadas concorrem por volumes e por rotas, formando o preço da tarifa de acordo com a rota, volume e tamanho do veículo em questão. Um ponto importante é que eventualmente, além dos processos de cotação e negociação estruturados, a área responsável pela contratação de fretes e serviços logísticos pode realizar contratações avulsas<sup>22</sup> para rotas que tenham uma súbita elevação de volume ou eventuais problemas operacionais.

#### 4.2.2. A ameaça da formação de conluio entre fornecedores: Presos em dilema de prisioneiros (equilíbrio de Nash não cooperativo).

Na indústria de transporte de carga, embarcadores e transportadoras disputam a obtenção ou oferecimento da menor e maior tarifa, respectivamente, que aumentam a lucratividade de seus negócios.

Ponto fundamental da relação entre embarcadores e transportadoras nessa indústria é a força de cada uma das partes no processo de negociação.

Do lado dos embarcadores, a força em um processo de negociação é dada fundamentalmente por três características:

---

<sup>22</sup> As contratações avulsas são comumente chamadas de *spot* pelo mercado.

- a) Volume transportado mensalmente ou durante o tempo de contrato: quanto maior o volume transportado por um embarcador, maior a força de atuação na contratação de transporte e maior sua influência na formação de tarifas.
- b) Constancia no transporte de cargas mensalmente ou durante o tempo de contrato: a constância de utilização das frotas das transportadoras faz com que o poder do embarcador seja maior, ou seja, quanto maior a frequência de utilização dos serviços, maior a influência no preço das tarifas.
- c) Acesso ao mercado fornecedor de transporte: quanto mais padronizado é o tipo de veículo requerido pelo embarcador, maior será a oferta de veículos disponíveis no mercado para sua utilização (relacionado à especificidade de ativo requerido).

Do lado das transportadoras, a força em um processo de negociação é dada fundamentalmente por três características:

- a) Tamanho da frota: quanto maior a frota de veículos do transportador, maiores as condições de atender ao mercado e influenciar a formação de tarifas.
- b) Capacidade de atendimento da demanda de transportes: a capacidade de atendimento da demanda de transporte do mercado está muito relacionada ao tamanho da frota, mas também é influenciada pela boa gestão do uso dos veículos.
- c) Simetria/acesso à informação: quanto maior o conhecimento da transportadora sobre a demanda corrente por transporte e onde estão localizados os principais núcleos de demanda, maior pode ser sua lucratividade e melhor pode ser sua estratégia de formação de tarifas. O acesso à informação pode ser avaliado também sob a ótica de especialização que cada transportadora possui para diferentes tipos de cargas e/ou a infraestrutura que a transportadora dispõe.

Além disso, assume-se também as seguintes características para o mercado fornecedor:

- (1) O mercado fornecedor de transporte conta com grande número de empresas e poucas barreiras a novos entrantes<sup>23</sup>.
- (2) Indivisibilidade das rotas presentes nos processos de concorrência e negociação<sup>24</sup>.
- (3) Na eventualidade da divisão na participação nos volumes das rotas por transportadoras, o percentual que cada uma das transportadoras recebe depende do preço final ofertado no processo de negociação. Essa é uma condição bastante forte para manter a competitividade entre as transportadoras, uma vez que se a embarcadora não está satisfeita com as tarifas apresentadas (mais elevadas quando ocorre conluio) a mesma poderia convocar uma nova transportadora para nova negociação.

Empiricamente, os fatores listados acima em conjunto com a avaliação da força dos agentes, levam a inferência empírica de que a ameaça de conluio entre transportadoras não é crível. Porém, por se tratar de um pré-requisito fundamental do modelo, tal afirmação pode ser demonstrada através da TJ em analogia ao conhecido dilema dos prisioneiros.

O dilema dos prisioneiros é uma situação bastante clássica da TJ. Neste momento, a utilização análoga do dilema dos prisioneiros serve como suporte teórico para demonstrar a fraca ameaça de conluio.

O dilema dos prisioneiros é a melhor ilustração de que, em determinados processos de interação estratégica, se cada agente buscar o melhor resultado individualmente não se dará a melhor situação geral para todos os agentes.

No dilema dos prisioneiros, existe um paralelo direto entre a possibilidade ou não de comunicação do estabelecimento de um acordo crível entre os ladrões e o resultado do jogo. É importante notar que o resultado do dilema dos prisioneiros é derivado da condição de que os prisioneiros não podem se comunicar ou firmar e manter um *binding agreement*<sup>25</sup>. Se ambos pudessem estabelecer compromissos garantidos, provavelmente nenhum dos dois confessaria. É possível perceber que a

---

<sup>23</sup> Conforme dados apresentados preliminarmente sobre o mercado de transporte de cargas.

<sup>24</sup> De forma geral, a empresa embarcadora não divide os volumes em uma mesma rota, para que a transportadora seja desenvolvida naquela rota e com os clientes da mesma. Exceções ocorrem quando os volumes são muito grandes e não há transportadora com condições de assumir todo o volume.

<sup>25</sup> Entende-se por *binding agreement* um acordo ou contrato que pode ser efetivamente executado ou cumprido.



possibilidade de estabelecer compromissos garantidos é muito importante para a determinação do resultado do jogo e nos fornece o critério para distinguir entre jogos não-cooperativos e jogos cooperativos.

“Um jogo é não-cooperativo quando os jogadores não podem estabelecer compromissos garantidos. Caso contrário, se os jogadores podem estabelecer compromissos, e esses compromissos possuem garantias efetivas, diz-se que o jogo é cooperativo”. (FIANI, 2006, p. 22)

No caso da interação entre embarcadores e transportadoras na negociação de tarifas, haveria um resultado diferente nas negociações se transportadoras concorrentes tivessem possibilidade de fazer acordos fortes e exequíveis entre elas.

Ao transformar a interação dos agentes da negociação em uma matriz de resultados, obtém-se os seguintes *pay-offs*:

Transportadoras participantes		
Embarcadora	Conluio	Sem conluio
Aceita oferta de tarifa	$C = L_m, L_m$	$C = R_{mg1}, L = R_{mg1}$
Rejeita oferta de tarifa	$C = R_{mg1}^*, 0$	$C = R_{mg2}, L = R_{mg2}$

Figura 4: Matriz de payoffs

Onde:

- $C$  : preço da rota para a empresa embarcadora (preço do frete)
- $L_m$  : lucro de monopolista
- $R_{mg}$  : receita marginal – para efeito de simplificação da exposição, supõe-se que todas as empresas embarcadoras têm um processo de compras altamente eficientes de forma que sempre extrai das transportadoras com quem negociam um preço muito próximo ao custo marginal do fornecedor.
- $R_{mg2} < R_{mg1}$  : sendo obtidas através do processo de negociação, de uma rodada para outra.
- $R_{mg1}^*$  : é o preço obtido pelo embarcador em uma negociação com uma terceira transportadora (não participante do processo original), uma vez que o conluio ou

o não aceite da tarifa oferecida em um eventual conluio levaria a desclassificação da primeira transportadora do processo de concorrência.

A interpretação da matriz de *pay-offs* é a seguinte: para o embarcador em pleno processo de negociação, não aceitar as ofertas de tarifas apresentadas pelas transportadoras é sempre melhor, uma vez que isso leva a novas rodadas de negociação (quando não existe conluio) ou ao convite de uma nova transportadora que passa a participar do processo de negociação quando ocorre conluio. Como em algum momento o processo de negociação deve ser encerrado, uma vez que o embarcador e a transportadora precisam, respectivamente, enviar produtos aos clientes e usar os ativos, em algum momento haverá uma tarifa de transporte estabelecida (representada por  $C$  para o embarcador e por  $R_{mg1}$  para a transportadora).

É possível perceber através da matriz de resultados (*payoffs*) que a transportadora participante desde o início do processo de negociação não tem incentivo a estabelecer um conluio com outras transportadoras, uma vez que se a empresa embarcadora não aceita a oferta de tarifa, o *payoff* da transportadora é zero (não transporta a carga). Além disso, a empresa embarcadora tenderá a não aceitar as ofertas iniciais (eventualmente sujeitas a conluio) pois o  $C$  é menor ao não aceitar a oferta.

Isso posto, a decisão de posicionamento do embarcador está sujeita a análise dos *payoffs* gerados entre aceitar a oferta de tarifa ou não aceitar. Fundamentalmente, o equilíbrio está sujeito aos seguintes fatores:

1) tempo que o embarcador e a transportadora sustentam o processo de negociação: isso ocorre porque a embarcadora precisa ter as tarifas acordadas para envio dos bens de consumo aos seus clientes e a transportadora precisa estar com seus ativos (veículos) em uso, mesmo que com margens reduzidas (o custo dos ativos é calculado através da avaliação pelo custo ponderado de capital de cada empresa - WACC<sup>26</sup>).

2) diferença de valores de tarifas ( $R_{mg1}$  e  $R_{mg2}$ ), uma vez que se essa diferença for pequena (por um processo de negociação, por uma característica do mercado ou por uma característica da rota) o acordo de tarifa será obtido mais rapidamente.

---

<sup>26</sup> WACC é a sigla que representa a expressão *weighted average cost of capital* que significa o custo ponderado de capital da empresa. Esse custo é obtido pela avaliação de custo de cada fonte de capital ponderado por sua respectiva participação na estrutura de financiamento da empresa.

Se o processo de negociação já ocorre em várias rodadas, o embarcador tem necessidade de pronto envio das mercadorias ou ainda se o mercado de transportes estiver aquecido em determinada rota, o equilíbrio da matriz será dado por:

[aceita a oferta de preço] e [sem conluio]

Se o processo de negociação está no início, o embarcador não tem necessidade de pronto envio dos materiais (está realizando, por exemplo, uma concorrência para substituição de um serviço de transporte que já ocorre) ou o mercado de transporte está com excesso de oferta para determinada rota, o equilíbrio será dado em:

[não aceita a oferta de preço] e [sem conluio]

Percebe-se assim que o modelo é dinâmico e com informações assimétricas, diferente das características da modelagem do jogo do dilema dos prisioneiros, onde as informações eram completas. Por essa razão, o processo de negociação entre embarcadores e transportadoras, proposto mais adiante, considera essa modificação e suas implicações. Especificamente neste momento, o modelo análogo ao dilema dos prisioneiros serve para demonstrar que a ameaça de conluio entre transportadoras não é uma ameaça crível.

## 5. O modelo proposto e suas aplicações práticas: negociação de tarifas visto como um jogo

### 5.1. Aspectos gerais do jogo

Conforme exposto nos objetivos do trabalho, a idéia principal é incorporar o uso da teoria dos jogos para agregar racionalidade aos agentes e modelar um processo de negociação, mais especificamente tarifas de transporte.

A importância dessa negociação parece evidente quando se discute o impacto dos custos logísticos na lucratividade dos produtos.

Para o desenho desse modelo e da negociação de tarifas, supõe-se que se trata de um jogo dinâmico (negociação em várias rodadas) com informação assimétrica (onde o embarcador tem mais detalhes sobre a necessidade do serviço, sobre as opções de transportadora que possui ou sobre a meta de lucratividade que deve obter para seus produtos).

De forma abstrata, um jogo de sinalização envolve duas partes (uma com informação privada e outra não) e duas rodadas (primeiro uma sinalização emitida pela parte melhor informada e depois a resposta pela parte menos informada). No contexto do processo de negociação nas cadeias de suprimentos, a parte melhor informada (embarcador) sinaliza para a transportadora uma demanda de transporte para obter uma proposta da transportadora (parte menos informada quanto a demanda e margem para a operação). A idéia chave adotada como hipótese é que essa sinalização ocorre quando o embarcador está pré-disposto a enviar esse sinal de demanda por transportes. No sentido contrário (sinalização de capacidade de carregamento disponível), o envio desse sinal para a empresa embarcadora é muito caro, uma vez que é a parte com menor disponibilidade de informação.

Assim, em cada período, embarcadores com maior lucratividade ou competitividade em seus produtos, tendem a aceitar a oferta das transportadoras passando por um processo menor de negociação, enquanto que empresas com lucratividades menores, rejeitam as ofertas de tarifas por mais tempo. Essa premissa sobre a duração dos processos de negociação deve ser assumida baseada na leitura empírica do comportamento do mercado de transporte no processo de negociação de

tarifas. Vale porém destacar que a medida que a profissionalização da contratação e negociação de tarifas aumenta, pode ser que esse foco seja desviado. Essa evidência empírica é reforçada pelo fato de que empresas com produtos de menor lucratividade focam menos esforços na profissionalização e aumento da técnica e estratégia de contratação de serviços logísticos.

A crença da transportadora em um segundo período de negociação (segunda rodada) reflete o fato que embarcadores com lucratividades maiores aceitam a oferta do primeiro período (primeira rodada). Porém, é importante destacar duas faces dessa conclusão preliminar que se verificam no dia a dia da negociação de tarifas de transporte:

1) Existem tarifas diferentes por parte das transportadoras quando diferentes tipos de materiais estão sendo negociados pelo mesmo embarcador. Ou seja, um mesmo embarcador pode abordar de maneira diferente a mesma transportadora dependendo da urgência de sua necessidade.

2) Uma mesma transportadora pode ofertar tarifas de transporte diferentes para embarcadores diferentes. Ou seja, é normal que diferentes embarcadores, com produtos de diferentes lucratividades, tenham condições comerciais distintas na indústria.

No equilíbrio, embarcadores com produtos de menor margem (que necessitam tarifas mais baixas de transporte), tendem a suportar períodos de negociação maiores ou eventuais quedas no nível de serviço ao cliente final. Assim, quanto maior a lucratividade do produto final do embarcador, o tempo de conclusão do processo de negociação tenderá a ser menor.

## *5.2. A construção do jogo*

O ponto inicial da análise é a descrição da estratégia dos agentes (transportadora e embarcador) e suas crenças sobre o caminho para o equilíbrio. Supõe-se que a lucratividade do embarcador ( $\pi$ ) pode ter dois valores extremos  $\pi_L$  e  $\pi_H$  e que a transportadora tem apenas duas ofertas de tarifas  $T_L$  e  $T_H$  (em ambos os casos os subscritos L significam o menor valor e os subscritos H o maior valor possível para as variáveis).

Para entendimento adequado do modelo, é importante estabelecer qual o fator de decisão da empresa embarcadora em um processo de contratação e negociação de

tarifas. A tomada de decisão do embarcador sobre qual transportadora deverá utilizar no atendimento à sua empresa está fortemente baseado na tarifa final obtida no processo de negociação<sup>27</sup>. Apesar disso, no dia a dia das decisões sobre as empresas prestadoras de serviço logístico, o preço ofertado no processo de negociação não é o único fator de decisão. Critérios como a qualidade do serviço, disponibilidade de veículos, experiência no transporte dos produtos em questão e velocidade são considerados.

Nesse processo de negociação, mais importante que o valor absoluto das tarifas oferecidas é a diferenciação entre elas, ou seja, a medida que a negociação avança é fundamental entender a posição das tarifas ofertadas por uma transportadora em comparação com as tarifas das demais (ordinalidade) e não os valores absolutos das ofertas (cardinalidade).

No momento em que se inicia o processo de contratação de transporte, a empresa embarcadora já identificou que a demanda pelo transporte de suas mercadorias existe e essa atividade deve ser executada. Este fato somado a pré-qualificação das transportadoras aptas a participar do processo de contratação, dirige o fator de decisão para o aspecto ordinal e não cardinal das tarifas.

No modelo proposto, a transportadora tem três rotas, baseadas em conjuntos de informação, de forma que é possível entender a estratégia da transportadora como possíveis ofertas de tarifas: (1) a oferta na primeira tomada de preços ( $T_1$ ) e duas ofertas na segunda tomada de preços (2) (aceitar  $T_2$  depois que  $T_2 = T_H$  é rejeitada) e (3) (rejeitar  $T_2$  depois que  $T_2 = T_H$  é rejeitada). Essas três rotas podem ser percorridas através de três conjuntos de informação não uniformes. A crença da transportadora é dada por uma distribuição de probabilidades  $(p, 1-p)$ ,  $(q, 1-q)$  e  $(r, 1-r)$ , respectivamente. Em um jogo completo, uma estratégia para a transportadora é uma oferta no primeiro período de  $T_2$  e uma função de oferta no segundo período  $T_2(T_1)$  que especifique a oferta  $T_2$  a ser feita depois que cada possível oferta  $T_1$  é rejeitada. Cada um desses movimentos ocorre com um conjunto de informações diferente um do outro. Existe um conjunto de informações para o segundo período para cada diferente oferta de preço no primeiro período (de forma que existe um conjunto de informações quase contínuo e não discreto). Entre a decisão única no primeiro período de negociação

---

<sup>27</sup> Qualidade, nível de serviço, tradição, tamanho da frota e confiabilidade são outros requisitos levados em conta na decisão. Porém, todos esses são normalmente avaliados nas fases iniciais de qualificação do fornecedor para participação nas etapas de precificação (oferta) de tarifas. Deste modo, nesta etapa o critério de decisão prioritário é o valor final da tarifa.

e o conjunto de informações contínuo do segundo período, existe um nó de decisão para cada possível valor conhecido de  $\pi$  (desta forma há um valor contínuo de nós de decisão). Para cada conjunto de informações a crença da transportadora é a distribuição das probabilidades através desses nós de decisão. Em um jogo completo, poderíamos considerar a crença da transportadora no primeiro período como  $\mu_1(\pi)$  e a crença da transportadora no segundo período de negociação (depois da rejeição da primeira oferta  $T_1$ ) como uma função  $\mu_2(\pi|T_1)$ .

É importante destacar que um modelo com mais variáveis para o jogo em questão não necessariamente traria valor adicional ao problema, mas sim um grau maior de complexidade.

Para atingir o objetivo de oferecer um maior grau de racionalidade aos agentes que contratam e negociam tarifas de transporte, os parâmetros na construção do jogo capturam os principais fatores levados em conta nas decisões do dia a dia. A sedimentação das informações sobre custos e dificuldades operacionais nas principais rotas de transporte do país faz com que os valores das tarifas praticadas nessas rotas tenham intervalos razoavelmente conhecidos e parametrizados<sup>28</sup>. Deste modo, apenas uma abordagem diferenciada do processo de negociação pode gerar valor para o embarcador.

A estratégia do embarcador envolve fundamentalmente duas decisões:

(1) Suponha que  $A_1(T_1|\pi) = 1$  se o embarcador aceitasse a oferta de tarifa de frete no primeiro período ( $T_1$ ) com lucro  $\pi$  e suponha que  $A_1(T_1|\pi) = 0$  se o embarcador rejeitasse a oferta de tarifa ( $T_1$ ) quando seu lucro fosse  $\pi$ .

(2) Do mesmo modo, seja  $A_2(T_2|\pi, T_1) = 1$  se a firma embarcadora aceitasse a oferta de tarifa de frete no segundo período  $T_2$  quando seu lucro é  $\pi$  e a oferta no primeiro período é  $T_1$ , e suponha que  $A_2(T_2|\pi, T_1) = 0$  se o embarcador rejeitasse a oferta  $T_2$  sob essas circunstâncias.

A estratégia para a empresa embarcadora é um par de funções  $[A_1(T_1|\pi), A_2(T_2|\pi, T_1)]$ .

---

<sup>28</sup> Os profissionais da maior parte das transportadoras (com mais ou menos sofisticação) sabem precificar as variáveis básicas que compõe o valor da tarifa de transporte. Além disso, seja qual for a forma de precificação (preço por viagem, preço por quilometro rodado ou preço por tonelada transportada) existe um consenso na indústria sobre os valores base.

As estratégias  $[T_1, T_2(T_1)]$  e  $[A_1(T_1|\pi), A_2(T_2|\pi, T_1)]$  as crenças  $[\mu_1(\pi), \mu_2(\pi|T_1)]$  são um equilíbrio bayesiano perfeito se elas satisfazem os requerimentos 2, 3 e 4 apresentados no capítulo 3, sub-item 3.2, uma vez que o requerimento 1 é atendido pelo simples fato de que a transportadora possui crenças sobre as estratégias do jogo e do embarcador.

O passo mais simples desse argumento é aplicar o segundo requerimento na decisão do embarcador no segundo período de negociação  $A_2(T_2|\pi, T_1)$ : uma vez que essa é a última rodada de negociação, a decisão ótima para o embarcador é aceitar  $T_2$  se e somente se  $\pi > T_2$ . Dessa forma  $T_1$  é irrelevante.

Dada essa parte da estratégia do embarcador, é quase direta a aplicação do segundo requerimento para a escolha da oferta da tarifa de frete pela transportadora no segundo período de negociação:  $T_2$  deve maximizar o valor esperado como tarifa, dado que a crença da transportadora  $\mu_2(\pi|T_1)$  e a subsequente estratégia do embarcador  $A_2(T_2|\pi, T_1)$ . Porém, a parte mais difícil é determinar a crença  $\mu_2(\pi|T_1)$ , conforme detalhado a seguir.

Provisoriamente, considere um problema de negociação em um período (na seqüência esse resultado será utilizado como solução para a segunda rodada de negociações em um jogo de duas rodadas). No problema de uma rodada de negociação, suponha que a transportadora (no processo de formação de sua oferta) acredite que a lucratividade do embarcador nos itens que estará transportando é uniformemente distribuída no intervalo  $[0, \pi_1]$ , onde  $\pi_1$  é o lucro máximo possível no produto transportado. Se a transportadora oferece como tarifa um valor  $T$ , a melhor resposta da firma embarcadora para esse preço é clara: aceitar  $T$  se e apenas se  $\pi$  é maior ou igual a  $T$ . Assim, o problema da transportadora pode ser descrito como:

$$\max_T T \cdot \text{prob}\{\text{embarcador aceitar } T\} + 0 \cdot \text{prob}\{\text{embarcador rejeitar } T\}$$

onde a  $\text{prob}\{\text{embarcador aceitar } T\} = \frac{(\pi_1 - T)}{\pi_1}$  para um intervalo relevante de tarifas oferecidas (denominadas,  $0 \geq T \leq \pi_1$ ). O valor ótimo de tarifa é conseqüentemente



$T^*(\pi_1) = \frac{\pi_1}{2}$ . Neste caso,  $\pi_1$  é a lucratividade específica do produto que está sendo

transportado pelo embarcador. O valor de  $\pi_1$  está no conjunto de valores possíveis de  $\pi$

No jogo em duas rodadas de negociação, primeiramente demonstra-se que para valores arbitrários de  $T_1$  e  $T_2$ , se a transportadora oferece  $T_1$  no primeiro período (primeira oferta de tarifa) e o embarcador espera que a transportadora ofereça  $T_2$ , na segunda rodada, todo embarcador com alta lucratividade vai aceitar  $T_1$  e as demais vão rejeitar  $T_1$ . O resultado possível para o embarcador é  $\pi - T_1$  ao aceitar  $T_1$ ,  $\delta(\pi - T_2)$  ao rejeitar  $T_1$  e aceitar  $T_2$ , e 0 ao rejeitar ambas as ofertas ( $T_1$  e  $T_2$ )<sup>29</sup>. O embarcador prefere consequentemente aceitar  $T_1$  ao invés de  $T_2$  se  $\pi - T_1 > \delta(\pi - T_2)$  ou

$\pi > \frac{T_1 - \delta T_2}{1 - \delta} \equiv \pi^*(T_1, T_2)$  e o embarcador prefere aceitar  $T_1$  a rejeitar ambas as ofertas

se  $\pi - T_1 > 0$ . Assim, para valores arbitrários de  $T_1$  e  $T_2$ , embarcadores com  $\pi > \max\{\pi^*(T_1, T_2), T_1\}$  vão aceitar  $T_1$  e firmas com  $\pi < \max\{\pi^*(T_1, T_2), T_1\}$  vão rejeitar  $T_1$ . Dado que o segundo requerimento determina que as firmas atuem de maneira ótima, dada às estratégias subsequentes, é possível derivar  $A_1(T_1|\pi)$  para um valor arbitrário de  $T_1$ : empresas com  $\pi > \max\{\pi^*(T_1, T_2), T_1\}$  vão aceitar  $T_1$  e firmas com  $\pi < \max\{\pi^*(T_1, T_2), T_1\}$  vão rejeitar  $T_1$ , onde  $T_2$  é a tarifa oferecida pela transportadora no segundo período  $T_2(T_1)$ .

É possível derivar  $\mu_2(\pi|T_1)$ , sendo essa a crença da transportadora na segunda rodada no conjunto de informações obtido se a oferta do primeiro período ( $T_1$ ) é rejeitada. Neste caso,  $\mu_2$  é o coeficiente que indica a crença da transportadora na segunda rodada de negociação, dada a suposta lucratividade do embarcador após a oferta de tarifa  $T_1$ . O quarto requerimento implica que a crença correta é que  $\pi$  é uniformemente distribuído  $[0, \pi(T_1)]$ , onde  $\pi(T_1)$  é o valor de  $\pi$  tal que o embarcador fica indiferente entre aceitar  $T_1$  e rejeitar, mas aceitando a oferta ótima da transportadora no segundo período de negociações – chamado  $T^*(\pi(T_1)) = \frac{\pi(T_1)}{2}$  - como notado no problema de negociação em um período.

---

<sup>29</sup> Neste contexto,  $\delta$  é um índice deflator da lucratividade para o segundo período.

Para notar isso, vale lembrar que o quarto requerimento mostra que a crença da transportadora é determinada pela regra de *Bayes* e pela estratégia do embarcador. Assim, dada a primeira parte da estratégia do embarcador,  $A_1(T_1|\pi)$  que foi derivado, a crença da transportadora deve ser de que as lucratividades do embarcador no segundo período sejam distribuídas uniformemente entre  $[0, \pi_1]$ , onde  $\pi_1 = \max\{\pi^*(T_1, T_2), T_1\}$  e  $T_2$  seja a oferta de tarifa dado  $T_2(T_1)$ . Dada essa crença, a oferta ótima da transportadora no segundo período de negociação deve ser  $T^*(\pi_1) = \frac{\pi_1}{2}$ , o que leva a uma equação implícita para  $\pi_1$  em função de  $T_1$ :  $\pi_1 = \max\{\pi^*(T_1, \frac{\pi_1}{2}), T_1\}$ . Para resolver essa equação implícita, é necessário assumir  $T_1 > \pi^*(T_1, \frac{\pi_1}{2})$ . Assim,  $\pi_1 = T_1$ , mas isso contraria  $T_1 > \pi^*(T_1, \frac{\pi_1}{2})$ . Consequentemente,  $T_1 < \pi^*(T_1, \frac{\pi_1}{2})$ , então  $T_1 = \pi^*(T_1, \frac{\pi_1}{2})$  ou  $\pi_1(T_1) = \frac{2T_1}{(2-\delta)}$  e  $T_2(T_1) = \frac{T_1}{(2-\delta)}$ .

Isto posto, o jogo está reduzido a um problema de otimização em um período para a transportadora. Dada a primeira oferta de tarifa por parte da transportadora ( $T_1$ ), é possível obter:

- a resposta ótima do embarcador para o primeiro período de negociação,
- a crença da transportadora ao iniciar a segunda rodada de negociações,
- a oferta ótima de tarifa da transportadora nessa segunda etapa,
- a resposta ótima do embarcador na segunda rodada.

Deste modo, a oferta de tarifa dada no primeiro período deveria ser dada para solucionar:

$$\max_{T_1} T_1 \cdot \text{prob}\{\text{firma aceitar } T_1\} + \delta T_2(T_1) \cdot \text{prob}\{\text{firma rejeitar } T_1 \text{ mas aceitar } T_2\} + \delta \cdot 0 \cdot \text{prob}\{\text{firma rejeitar } T_1 \text{ e } T_2\}$$

Note que  $\text{prob}\{\text{firma aceitar } T_1\}$  não é simplesmente a probabilidade de que  $\pi$  exceda  $T_1$  e sim a probabilidade de  $\pi$  exceder  $\pi_1(T_1)$ :

$$\max_T T \cdot \text{prob}\{\text{firma aceitar } T\} + 0 \cdot \text{prob}\{\text{firma rejeitar } T\}$$

A solução desse problema de otimização é  $T_1^*$ , conforme demonstrado no início dessa análise e  $\pi_1^*$  e  $T_2^*$  são dado por  $\pi_1(T_1^*)$  e  $T_2(T_1^*)$ , respectivamente.

### 5.3. Aplicação do modelo em uma situação real

Para uma aplicação prática do modelo e verificação da teoria exposta nos capítulos anteriores, é necessário utilizar dados sobre uma tarifa específica de uma determinada rota. Para essa aplicação, as margens de lucro dos produtos transportados no exemplo serão representadas de maneira simbólica por razões de confidencialidade dos dados. O objetivo é dar uma dimensão dos valores envolvidos em alguns trechos ao trabalho. Sendo possível assim, compreender o valor das tarifas citadas ao longo de todo texto.

Considere o processo de negociação de tarifas na rota São Paulo (SP) – Goiânia (GO) para entrega de bens de consumo a clientes.

A rota em questão tem um alto volume de bens de consumo em transito e é bastante desenvolvida. Dada a importância da rota, os embarcadores frequentemente submetem os volumes dessa rota por processos estruturados de contratação de tarifas. Isto é feito para verificar a aderência dos preços correntes com os preços de mercado<sup>30</sup>.

Um considerável número de transportadoras oferece seus serviços aos embarcadores. Entretanto, isso não significa que existe excesso de oferta de capacidade de transporte na rota, principalmente quando se considera a sazonalidade presente no mercado de bens de consumo (se houvesse excesso de oferta o preço da tarifa tenderia ao custo marginal da prestação do serviço).

Considere então um processo de negociação de tarifas com oferta inicial de R\$1.950 por parte da transportadora para realização do serviço na rota com veículo padrão carreta. Considere também como oferta de tarifas na segunda rodada de tomada de preços (após o primeiro nó de decisão) o valor de R\$1.760 – tanto para a situação (2) (aceitar  $T_2$  depois que  $T_1 = T_H$  é rejeitada) como para a situação (3) (rejeitar  $T_2$  depois que  $T_1 = T_H$  é rejeitada).

---

<sup>30</sup> Eventuais negociações de tarifas avulsas (*spot*) podem ocorrer em picos de demanda.

As crenças em cada uma das três alternativas (primeira tomada de preços, segunda tomada de preços com rejeição da primeira tarifa ofertada e segunda tomada de preço com rejeição da tarifa da segunda rodada) são baseadas na crença da transportadora participante da negociação. As crenças são distribuídas respectivamente com probabilidades  $(p, 1-p)$ ,  $(q, 1-q)$  e  $(r, 1-r)$ , ou seja, cada oferta  $(T_1), T_2$  e rejeição de  $T_2$  está associada a uma probabilidade<sup>31</sup>.

Nesse contexto, a decisão do embarcador de rejeitar a primeira oferta e continuar a negociação com a transportadora está baseada em um valor de tarifa que impacta além do desejado a lucratividade dos bens transportados<sup>32</sup>.

O argumento acima é suportado pela aplicação do segundo requerimento<sup>33</sup> na decisão do embarcador durante o segundo período de negociação -  $A_2(T_2|\pi, T_1)$ . Na segunda e última rodada, dado o processo de compras definido, a decisão ótima do embarcador é aceitar a tarifa de R\$1.760,00 se e somente se  $\pi > T_2$  (R\$1760,00), ou seja, se a diferença entre a margem mínima dos bens transportados e a tarifa de frete é maior que zero, sendo  $T_1$  neste caso irrelevante.

Caso a transportadora (no processo de formação de sua oferta) acredite que a lucratividade do embarcador é uniformemente distribuída através de  $[0, \pi_1]$ , sendo por hora  $\pi_1$  um valor arbitrário, ao oferecer uma tarifa  $T$  de R\$1.950, a melhor resposta do embarcador para esse preço é clara: aceitar R\$1.950 se e apenas se  $\pi$  é maior ou igual a R\$1.950. Assim, o problema da transportadora pode ser descrito como:

$$\max_T T \cdot \text{prob}\{\text{embarcador aceitar } T\} + 0 \cdot \text{prob}\{\text{embarcador rejeitar } T\}$$

onde  $\text{prob}\{\text{embarcador aceitar } T\} = \frac{(\pi_1 - T)}{\pi_1} = \frac{(\pi_1 - 1950)}{\pi_1}$  para um intervalo relevante de tarifas oferecidas (denominadas,  $0 \geq 1950 \leq \pi_1$ ).

Nesta formação de jogo, quando o mesmo caminha para a segunda rodada de formação de preços ( $T_1$  foi rejeitada), ocorre a seguinte formação:

<sup>31</sup> Numericamente  $T_1 = \text{R}\$1.950$ ,  $T_2 = \text{R}\$1.760$  para aceite ou recusa da tarifa.

<sup>32</sup> Essa avaliação por parte do embarcador é possível pois uma vez que a empresa embarcadora tem informação completa (conhece até quanto pode pagar de tarifa de frete para viabilizar a margem desejada), suas crenças e posição no jogo são claras.

<sup>33</sup> O segundo requerimento foi detalhado no referencial teórico, capítulo 3, sub-item 3.2.

Para valores arbitrários de  $T_1$  e  $T_2$ , a transportadora oferece  $T_1 = R\$1.950$  no primeiro período (primeira oferta de tarifa) e o embarcador espera que a transportadora ofereça  $T_2 = R\$1.760$  na segunda rodada. Todo embarcador com altas lucratividades vai aceitar R\\$1.950,00 e os demais vão rejeitar.

Os resultados possíveis para a firma embarcadora serão:

- a)  $\pi - R\$1.950$  ao aceitar a primeira tarifa,
- b)  $\delta(\pi - R\$1.760)$  ao rejeitar R\\$1.950,00 e aceitar R\\$1.760,
- c) 0 ao rejeitar ambas as ofertas (R\\$1.950,00 e R\\$1.760,00).

O embarcador prefere consequentemente aceitar R\\$1.960,00 ao invés de R\\$1.760 se  $\pi - R\$1.960 > \delta(\pi - R\$1.760)$  ou  $\pi > \frac{1950 - \delta 1760}{1 - \delta} \equiv \pi^*(1950, 1760)$  e a empresa embarcadora prefere aceitar R\\$1.950,00 a rejeitar ambas as ofertas se  $\pi - R\$1.950 > 0$ .

É possível derivar  $\mu_2(\pi | R\$1.950)$ , sendo essa a crença da transportadora na segunda rodada no conjunto de informações obtido, se a oferta do primeiro período (R\\$1.950,00) é rejeitada.

Pelo lado da transportadora, o jogo está reduzido a um problema de otimização em um período: dada a primeira oferta de tarifa por parte da transportadora ( $T_1$ ). Deste modo, a oferta de tarifa dada no primeiro período deveria ser dada para solucionar:

$$\max_{T_1} T_1 \cdot \text{prob}\{\text{firma aceitar } 1950\} + \delta 1760(1950) \cdot \text{prob}\{\text{firma rejeitar } 1950 \text{ mas aceitar } 1760\} + \delta \cdot 0 \cdot \text{prob}\{\text{firma rejeitar } 1950 \text{ e } 1760\}$$

Note que  $\text{prob}\{\text{firma aceitar } 1950\}$  não é simplesmente a probabilidade de que  $\pi$  exceda R\\$1.950,00 e sim a probabilidade de que  $\pi$  exceda  $\pi_1(1950)$ :

$$\max_T T \cdot \text{prob}\{\text{firma aceitar } T\} + 0 \cdot \text{prob}\{\text{firma rejeitar } T\}$$

A solução desse problema de otimização é  $T_1^*$  (conforme demonstrado no início dessa análise) sendo então  $\pi_1^*$  e  $T_2^*$  dados por  $\pi_1(T_1^*)$  e  $T_2(T_1^*)$ , respectivamente.

Isto posto, é possível inferir que ao longo do processo de negociação a oferta da primeira e da segunda tarifa está condicionada a probabilidade do aceite da oferta em cada uma das rodadas por parte da empresa embarcador. Estando a formação das tarifas ofertadas subordinadas a essa probabilidade, é fundamental que não haja sinalização por parte do embarcador durante o processo de negociação. Esse aspecto é fundamental para que o potencial mercado fornecedor (transportadoras) não crie memória sobre a lucratividade com que o embarcador opera e tão pouco sobre o tempo que o processo de negociação leva para ser concluído ( $\delta$ ).

#### *5.4. Sinalizações como estratégia de negociação*

Dado o modelo apresentado em 5.1 e as conclusões da utilização prática em 5.2, é possível notar que a probabilidade de recusa e aceite de tarifas, propostas como variáveis que definem o preço pago pelo embarcador e, o impacto das tarifas na lucratividade nos bens de consumo são variáveis fundamentais do modelo.

Na prática, a probabilidade de recusa ou aceite das tarifas é influenciada por muitos fatores, mas em termos de estratégia essa variável é determinada em grande parte pelo balanço entre o custo incorrido pelas transportadoras quando ficam com seus ativos parados versus o custo e risco do embarcador em deixar seu mercado consumidor desabastecido.

Em se tratando de um conjunto de probabilidades distribuídas ao longo de um intervalo, essas variáveis podem assumir valores alternados durante o processo de negociação ou em diferentes negociações<sup>34</sup>.

“Quando uma estratégia não tem alternativas ponderadas por probabilidades, escolhidas de forma randômica ou alternadas, a mesma é chamada de estratégia pura. Por outro lado, quando existem probabilidades associadas a cada estratégias, a mesma é chamada de estratégia mista” (FIANI, 2006, p. 25). Existem muitas situações em que as estratégias mistas são aplicadas em economia e marketing, como por exemplo na determinação de modelos de concorrência e modelos promocionais. Entretanto, estratégias mistas parecem não fazer sentido no gerenciamento de cadeias de suprimentos.

---

<sup>34</sup> As características da indústria afetam esse valor: sazonalidade, entrega de caminhões, custo de implementos, demanda, crescimento do consumo, etc.

Também, “parece não fazer sentido que um gerente de *supply chain* lance uma moeda para escolher determinada capacidade de produção” (CACHON e NETESSINE, 2003, p. 9). Da mesma forma, no contexto desse trabalho, não faz sentido que um gerente de compras e/ou logística do embarcador faça o mesmo para definir se aceita ou rejeita uma oferta de tarifa durante uma negociação.

Como visto anteriormente, a geração da memória de comportamento sobre o embarcador no processo de negociação de tarifas pode afetar a distribuição das probabilidades de aceitar ou não as tarifas durante as negociações e deste modo, gerar valores mais distantes dos valores ideais.

Deste modo, os sinais emitidos pelo embarcador durante a negociação devem ser analisados de acordo com a forma de contratação de tarifas.

Para concorrências periódicas e bem estruturadas, o embarcador pode modificar a forma de condução das negociações, alterar os prazos para tomada de decisão e constantemente trazer novos participantes (transportadoras). Ações como essas evitam que as transportadoras participantes da concorrência possam identificar sinais que facilitem a construção de tarifas e de estratégias mais vantajosas para elas e menos interessantes para o embarcador contratante.

Para contratações avulsas (*spots*), o embarcador pode adotar uma posição mais arriscada para justamente confundir o posicionamento no mercado entre os períodos de concorrências estruturadas. Atitudes como não aceitar tarifas em cotações avulsas e adiar embarques podem ajudar a tornar difícil o entendimento sobre o tipo de embarcador que está negociando com a transportadora. Além disso, efetuar sondagens sobre a disponibilidade de transporte e rápidas cotações de preços pode emitir sinais que dificultam a avaliação das transportadoras em momentos de negociação.

## 6. Conclusões

O aumento da competitividade está obrigando todas as empresas a buscar constantemente novas alternativas para redução dos custos de seus produtos e proteção da lucratividade de suas atividades.

Especificamente na indústria de bens de consumo de alto giro, os custos logísticos são componentes importantes da estrutura de custos das empresas e do nível de serviço prestados aos clientes. Deste modo, a atenção na gestão dos custos logísticos é crescente. Esse processo é acompanhado pela profissionalização das atividades nessa área, bem como a produção de conhecimento que auxilie o processo de gestão logística.

Aliada a essa tendência e especificamente no caso brasileiro, o crescimento da disponibilidade de crédito e a estabilidade econômica, está facilitando a aquisição de ativos de transporte, bem como a avaliação dos retornos sobre investimento por parte das transportadoras.

Neste contexto, entender melhor e mais profundamente o processo de formação de preços e negociação de tarifas de transporte, pode gerar um diferencial para o embarcador, seja para grandes ou pequenas empresas, através da maior racionalidade dos agentes que negociam tarifas.

Através do modelo discutido ao longo do trabalho e de sua verificação prática, bem como através do embasamento teórico, é possível concluir que a probabilidade que os embarcadores e transportadoras atribuem ao fechamento de um acordo comercial e o tempo que os mesmos conseguem adiar o embarque durante o processo de negociação são fatores fundamentais presentes no processo de negociação de tarifas de transporte. Ou seja, podemos inferir que a probabilidade que cada agente atribui ao acordo comercial no processo de negociação e o tempo que isso demora para ocorrer definem as ofertas de tarifas pelo lado da transportadora e o aceite ou recuso pelo lado do embarcador.

A probabilidade atribuída a cada rota de negociação durante seu desenrolar depende fundamentalmente do conjunto de informações que os agentes possuem. Quanto melhor o conjunto de informações de cada parte, mais precisa a probabilidade atribuída a cada resultado/valor no processo de negociação. Ao mesmo tempo, o embarcador conseguirá extrair melhores resultados no processo de negociação quanto menor for a transmissão de informações completas para a transportadora ou quanto maior a incerteza da posição assumida por ela. Ou seja, a probabilidade do acordo de



tarifas ser fechado de forma favorável ao embarcador depende de como o mesmo sinaliza a demanda, urgência, lucratividade em seu produto e qual o histórico de contratos que tem com o mercado.

Além da estratégia que o embarcador sinaliza, a duração do processo de negociação é fundamental. Deste modo, a execução de uma agenda de editais, aliado ao processo de compras estruturado por parte do embarcador pode ser um grande diferencial para redução de custos das tarifas. O embarcador pode conduzir o processo de negociação de modo a conseguir extrair o maior valor possível no processo.

Uma vez que a estratégia de sinalização e o tempo do processo de negociação são utilizados adequadamente pelo embarcador e a negociação avança, existe uma outra oportunidade que pode ser explorada na conclusão do acordo comercial com a transportadora: a redução dos custos de *hold up* precificados nas tarifas. Essa é uma alternativa para o embarcador, mas também uma alternativa para a transportadora.

Uma forma para a redução dos custos de *hold up* que são embutidos nas tarifas é a garantia de volumes cativos todos os meses e/ou contratos com prazos mais extensos. Deste modo, o risco associado ao *hold up* pode ser reduzido e não será totalmente precificado. É por essa razão que temas como a aproximação dos elos das cadeias de suprimentos são amplamente discutidos nos dias de hoje.

As conclusões do trabalho estão em linha com as tendências recentes observadas no mercado de transporte brasileiro e podem ajudar as agentes que negociam e contratam tarifas de transporte nos embarcadores. Como cinco principais destaques das tendências da indústria de transporte que validam a utilidade do modelo discutido, é destacar:

- O mercado de transporte continuará em um processo de profissionalização crescente;
- A interação entre embarcador e transportadora será muito mais profissional e técnica;
- A estrutura instalada no Brasil para atender a logística do crescimento econômico está muito aquém da estrutura necessária para atender um crescimento mais robusto do PIB;
- A tecnologia da informação continuará permeando a logística e dinamizando o mercado, auxiliando no processo de estabelecimento de tarifas;
- O mercado de transporte passará por uma consolidação mais intensa alterando o equilíbrio das forças entre embarcadores e transportadoras.

Esses cinco pontos juntos reforçam a necessidade de uma crescente racionalidade na contratação de transporte e na negociação de tarifas. Especificamente sob a ótica dos embarcadores a racionalidade desse processo pode trazer benefícios imediatos de lucratividade. Desta forma, a interação com as transportadoras deve ser liderada por pessoas com condições de desenhar as estratégias de suprimentos de transportes e elevar o grau de profissionalismo na contratação desses serviços.

De forma bastante prática dentro das organizações, a contribuição que este trabalho busca agregar é utilizar o conteúdo da teoria dos jogos para melhorar a eficiência na elaboração das estratégias para as cadeias de suprimentos ou abastecimento. A aplicação da teoria dos jogos em um tema específico em um dos elos da cadeia de suprimentos, demonstra uma das aplicabilidades que reforçam a contribuição desejada. Ao entender melhor a aplicação da teoria dos jogos e ao analisar uma cadeia de suprimentos sob essa ótica, o executivo da área de operações pode obter uma visão diferente do processo de decisão e deste modo, sofisticar a estratégia

## Bibliografia

AKKERMANS, H. A.; BOGERD, P.; YUCESA, E.; WASSENHOVE, L. The impact of ERP on supply chain management: exploratory findings from European Delphi study. *European Journal of Operational Research*, p. 284-301, 2003.

BALAKRISHNAN, P. V.; ELIASHBERG, Jehoshua. An Analytical Process Model of Two-Party Negotiations. *Management Science*, v. 41, n. 2, p.226-243, February 1995.

CACHON, Gerard P.; NETESSINE, Serguei. *Game Theory in Supply Chain Analysis*. Philadelphia: University of Pennsylvania-The Wharton School, February 2003.

CHATTERJEE, Kalyan; SAMUELSON, William. Bargaining under Incomplete Information. *Operations Research*, v. 31, n. 5, p.835-851, September/October 1983.

COYLE, J. J.; BARDI, E. J. e LANGKEY, C. J. Jr. *The Management of Business Logistics*. 6th ed. New York, NY: West Publishing Company, 1996.

DAVENPORT, Thomas H. The Coming Commoditization of Processes. *Harvard Business Review*, v.82, n.6, p.100-108, June 2005.

FIANI, Ronaldo. *Teoria dos jogos*. 2ª Edição. São Paulo, SP: Editora Campus, 2006.

FISHER, M.L.; HAMMOND, J.H.; OBERMEYER, W.R.; RAMAN, A. Making supply meet demand in uncertain world. *Harvard Business Review*, p.83-93, May/June, 1994.

FISHER, M. L. What is the right Supply Chain for you Product? *Harvard Business Review*. p. 105-116. Mar-Apr, 1997.

GIBBONS, Robert . *A Primer in Game Theory*. Prentice Hall/Harvester Wheatsheaf, 1992.

GIBBONS, Robert. *Game theory for applied economists*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1992.

HANFIELD, R. B.; NICHOLS, E. L. Jr.. *Introduction to Supply Chain Management*. New Jersey: Prentice Hall, 1999.

HARSANYI, John C; SELTEN, Reinhard. *A general theory of equilibrium selection in games*. 3<sup>rd</sup> ed. The MIT Press, 1988.

HART, Oliver. Firms, Contracts and Financial Structure. *Clarendon Press Oxford, first published in 1995.*

HOLMSTROM, Bengt e ROBERTS, John. The Boundaries of the Firm Revisited. *The Journal of Economics Perspectives*, v.12, n. 4, p. 73-94, 1998.

KAIHARA, T. Supply chain management with market economics, manufacturing for a global market. In: THE 15TH INTERNATIONAL CONFERENCE OF PRODUCTION RESEARCH, v. 1, p. 659-662, 1999.

LAFFONT, Jean-Jacques; TIROLE, Jean. Adverse Selection and Renegotiation in Procurement. *The Review of Economic Studies*, v. 57, n. 4, p. 597-625, October 1990.

LEE, Juhong; SABOURIAN, Hamid. *Efficiency in Negotiation: Complexity and Costly Bargaining*. Birkbeck Working Papers in Economics and Finance, 2005.

LIMA, Maurício Pimenta. Custos logísticos na economia brasileira. *Revista Tecnológica*, p.64-69, Janeiro 2006.

MILGROM, Paul; ROBERTS, John. *Economics, organization and management*. 5th ed. Prentice Hall, 1992.

NARAYANAN, V.G; RAMAN, Ananth. Aligning incentives in Supply Chains. *Harvard Business Review*, v.82, n.11, p.94-103, November 2004.

OSBORNE, M.J.; RUBENSTEIN, A. *A Course in Game Theory*. MIT Press, 1994.

RASMUSEN, Eric. *Games and information: An Introduction to Game Theory*. 4<sup>th</sup> ed. Wiley-Blackwell, 2006.

RICE, Peter. The Finite Negotiation Problem: A Solution Theory. *The Journal of Conflict Resolution*, v. 23, n. 3, p. 561-576, September 1979.

RAPOPORT, Amnon; EREV, Ido; ZWICK, Rami. An Experimental Study of Buyer-Seller Negotiation with One-Sided Incomplete Information and Time Discounting. *Management Science*, v. 41, n. 3, p. 337-394, March 1995.

SHUBIK, M. Game theory and operations research: some musings 50 years later. *Operations Research*, v.50, p.192-196.

SKJOETT-LARSEN, T. Supply Chain Management: a new challenge for researchers and managers in logistics. *The International Journal of Logistics Management*. v. 10, nº 2, p.41-53. 1999.

SPENCE, A.M. Job Market Signaling. *Quarterly Journal of Economics*, v. 87, p. 355-374, 1973.

STIGLITZ, Joseph; WEISS, Andrew. Sorting out the differences between screening and signalling models. *National Bureau of Economics Research*, Technical working paper, n.93, November 1990.

SVENSSON, G. The Theoretical Foundation of Supply Chain Management: a functionalist theory of marketing. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. v. 32, n° 9, p. 734-754. 2002.

## APENDICE

### A.I. HOLD UP

De acordo com Holmstrom e Roberts (1998), o problema de *hold up* é de fundamental importância para a compreensão da origem e do tamanho das firmas. Na versão clássica do modelo de *hold up* (Hart, 1995), uma das partes deve fazer um investimento específico à relação para transacionar com a outra parte, sendo o valor desse investimento nulo para qualquer outra utilização (dada a especialização dos ativos).

Diante da impossibilidade de desenhar um contrato completo, que cubra todas as possíveis contingências que possam afetar o retorno compartilhado sobre o investimento, uma das partes pode não estar disposta a investir no ativo específico. A necessidade de alocar muitos recursos para se proteger da ameaça de *hold up*, resulta em ineficiências; o investimento realizado não será o ótimo ou recursos serão gastos em medidas defensivas desnecessárias.

Segundo Holmstrom e Roberts (1998), a estrutura organizacional e de governança da firma são vistas como mecanismos para combater o problema de *hold up*. Nesse contexto, os custos de transação e a teoria dos direitos de propriedade, desempenham papel central como suporte aos investimentos específicos em situações de contratos incompletos e *hold ups* potenciais. No entanto, as firmas enfrentam uma variedade enorme de problemas além da provisão para incentivos de investimentos e da solução para o *hold up*.

Para a análise dos custos de transação, Holmstrom e Roberts (1998) utilizam o trabalho de Williamson (1985), que considera como críticas três características da transação entre partes: a frequência, a incerteza e a especificidade dos ativos. Sendo assim, níveis mais altos de incerteza e uma maior especificidade dos ativos, particularmente quando esses efeitos ocorrem ao mesmo tempo, resultam em um ambiente contratual mais complexo e em uma necessidade maior de ajustes a serem realizados, uma vez que a negociação entre as partes já tenha iniciado.

## A.II. SIGNALING GAMES (JOGOS DE SINALIZAÇÃO)

*Signaling games* (jogos de sinalização) são jogos dinâmicos com dois jogadores (agentes): o emissor (S) e o receptor (R). O emissor tem um determinado tipo (característica),  $t$ , que é dada. O emissor observa seu próprio tipo enquanto que o receptor não sabe qual o tipo do emissor. Baseado no conhecimento sobre seu próprio tipo, o emissor escolhe qual mensagem enviará a partir de um conjunto de possíveis mensagens,  $M = \{m_1, m_2, m_3, \dots, m_j\}$ . O receptor observa a mensagem, mas não o tipo do emissor. Depois, o receptor escolhe uma ação a partir de um conjunto de ações viáveis  $A = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_k\}$ . Os dois agentes recebem os *payoffs* relativos ao tipo do emissor, na mensagem escolhida pelo emissor e na ação escolhida pelo receptor.

A primeira aplicação do jogo de sinalização para problemas econômicos foi o modelo de sinalização do mercado de trabalho de Michael Spence. Spence descreve um jogo onde os trabalhadores têm uma determinada habilidade (alta ou baixa) que o empregador não conhece. Os trabalhadores enviam um sinal sobre suas fontes de educação. O custo da educação é maior para um trabalhador com baixa habilidade do que para um trabalhador de alta habilidade. O empregador observa o nível de educação do trabalhador e escolhe um salário alto ou baixo para ele. Nesse modelo, assume-se que o nível de educação não carrega a habilidade do trabalhador, mas apenas trabalhadores com alta habilidade são capazes de atingir um nível específico de educação sem que isso seja mais custoso que o aumento no salário. Em outras palavras, os benefícios da educação são apenas maiores que o custo apenas para trabalhadores com alta habilidade, de modo que apenas trabalhadores com alta habilidade vão se educar.

Um jogo relacionado ao jogo de sinalização é o *screening game*, no qual ao invés de escolher uma ação baseado em um sinal, o receptor oferece ao emissor propostas baseadas no seu tipo presumido. (STIGLITZ; WEISS, 1990)

### Equilíbrio Bayesiano Perfeito

O conceito de equilíbrio que é relevante para os jogos de sinalização é o Equilíbrio Bayesiano Perfeito (Perfect Bayesian equilibrium). O Equilíbrio Bayesiano Perfeito é um refinamento do equilíbrio de Nash Bayesiano (Bayesian Nash

Equilibrium), que é uma extensão do equilíbrio de Nash para jogos com informação incompleta. (GIBBONS, 1992, p. 174).

### A.III. SCREENING GAMES (*TRIAGEM*)

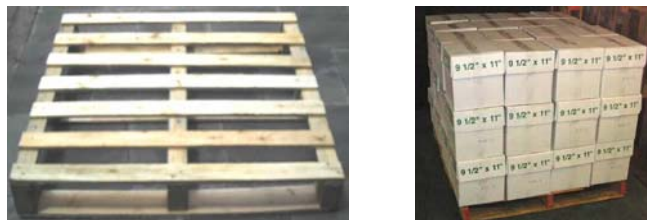
Um *screening game* é um jogo com dois jogadores (agente-principal). Problemas entre agente e principal são situações onde existem dois jogadores que tem alguns interesses comuns, mas onde a total honestidade não é ótima de Pareto para um dos jogadores. Isso levará a estratégias onde a troca de informações entre jogadores (baseado em suas ações observáveis) tem certo grau de ruído. Essa ambigüidade previne que o um jogador tire vantagem do outro.

Nesse contexto, o agente com menor informação pode induzir o outro a revelar sua informação. Eles podem prover um menu de escolhas de modo que as escolhas dependam da informação privada da outra parte.

O jogo é bastante relacionado ao *signaling game*, mas há uma diferença em como a informação é trocada. No jogo de sinalização a parte informada procura enviar um sinal crível de seu tipo. No *screening game* a parte desinformada oferece um cardápio de contratos e procura inferir o tipo da parte informada através da escolha realizada por esse.

A distinção dos termos pode ser atribuída a Joseph Eugene Stiglitz e Andrew Weiss.

### A. IV. FIGURA PALLET



*Figura 5: Imagens de pallets padrão PBR*



# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)