

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
DEPARTAMENTO ECONOMIA
MESTRADO EM ECONOMIA DO SETOR PÚBLICO**

Lucas Freire Silva

**SIMULAÇÃO DE EFEITOS DE UM CHOQUE NA TECNOLOGIA DE DETECÇÃO
DE CARTÉIS: SUBSÍDIOS PARA A POLÍTICA ANTITRUSTE BRASILEIRA**

Dissertação submetida ao curso de Mestrado em Economia do Setor Público da Universidade de Brasília para a obtenção do grau de mestre em Economia.

Orientador: Prof. Dr. César Costa Alves de Mattos

Brasília

2016

Lucas Freire Silva

**SIMULAÇÃO DE EFEITOS DE UM CHOQUE NA TECNOLOGIA DE DETECÇÃO
DE CARTÉIS: SUBSÍDIOS PARA A POLÍTICA ANTITRUSTE BRASILEIRA**

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de mestre em Economia e aprovada em sua forma final.

Brasília, 05 de dezembro de 2016.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. César Costa Alves Mattos
Orientador
Universidade de Brasília

Prof. Dr. Víctor Gomes e Silva,
Universidade de Brasília

Prof^a. Dr^a. Cristiane Alkmin Junqueira Schmidt
Fundação Getúlio Vargas

AGRADECIMENTOS

Ao orientador deste trabalho, Professor César Mattos, pelo tom apaixonado com que se expõe em suas aulas, pela forma provocativa de colocar suas críticas, pelas conversas e leituras de orientação e sobretudo pela demonstração de que rigor e erudição combinam com uma generosa dose de bom humor.

Aos professores Joseph Harrington e Myong-Hun Chang, que com imensa cortesia responderam prontamente alguns emails enviados por um estudante brasileiro. Os autores não só compartilharam o código das simulações deste trabalho, como dedicaram algum tempo ajustando e explicando trechos do algoritmo.

Aos amigos Pedro, Luiza, Juliano, Ricardo e João Paulo, por gastarem o precioso tempo de descanso lendo, conversando sobre ou simplesmente cobrando insistentemente a conclusão deste trabalho.

À alta gestão do CADE, instituição em que tenho prazer e orgulho de trabalhar, Carlos Ragazzo, Eduardo Frade, Vinicius de Carvalho e Marcio de Oliveira, pela crença de que vale a pena investir na formação de servidores. A Diogo Thomson, pela lida do dia-a-dia e por dividir suas reflexões apuradas pelo tempo sobre política de combate à cartéis no Brasil.

Aos colegas do CADE, minha gratidão por tantas lições e oportunidades nesses últimos anos. Na concepção do “Cérebro”, algo partiu de meu estudo, muito das orientações do Ragazzo, e outro tanto de conversas com Felipe Roquete, Fernanda Machado, Simone Cuiabano, Ricardo Medeiros, Luiz Esteves, Tainá Leandro, Camila Pires Alves, Vinicius Eloy Paulo Burnier e Amanda Athayde. Meu agradecimento pelo trabalho de Pedro Albuquerque, Marcius Marques e Thiago Marzagão. Aos colegas do LAB, pelas experiências vividas ao longo desse curso e a Bruno Garcia, pelo apoio na parte computacional. À equipe da Coordenação-Geral da Análise Antitruste 7, cuja convivência é um presente na minha vida: Ademir, Andrea, Fernando, Aline, Isabela, Edson, Camila, Thiago e Renan.

A todos os colegas do MESP, em especial Guilherme, Thiago, Leonardo, Daniel, Dolabela, Leão, Rubem e Maranhão pelos estudos e trabalhos em grupo.

Aos meus pais João Bosco e Maria Inês, cuja presença e incentivo levo guardados em mim, e minha irmã Ana, pela amizade profunda. Aos avós, tios e primos, que se mantêm próximos na distância. Clarice, Aline, Beto, Tiago, Cristiane, Carmem e Valtair, pela comunhão do tempo.

RESUMO

O objetivo da pesquisa foi discutir os efeitos da introdução de uma tecnologia de detecção de cartéis baseado na análise massiva de dados, nomeada pelo CADE como “Cérebro”, no contexto da política antitruste brasileira. Foi utilizado um método de simulação proposto por Harrington e Chang, em 2009, e calibrado a partir de fatos estilizados condizentes às peculiaridades institucionais brasileiras, em especial à existência de um programa de leniência. A calibração do modelo contemplou diferentes cenários a partir da variação do número de firmas em uma indústria (4, 8 ou 12), do grau de competição da indústria e da magnitude da expectativa de punição. Foram formuladas hipóteses sobre o desempenho do choque de tecnologia na taxa de formação de cartéis na economia. Concluiu-se que o trabalho de investigação baseado no desenvolvimento de tecnologia de detecção não deve diferenciar indústrias oligopolizadas, com apenas quatro firmas, de indústrias com um número maior de firmas. Também o grau de competição da indústria não é fator que deva ser levado em conta na tomada de decisão de investigação da Autoridade Antitruste, tendo em vista que os efeitos do incremento de tecnologia serão similares nos dois cenários. A severidade das multas impacta na taxa de formação de cartéis, mas de forma mais modesta que o choque de tecnologia nas simulações realizadas. Concluiu-se, por fim, que o número de casos oriundos do programa de leniência terá uma redução expressiva na hipótese de o choque de tecnologia de fato se concretizar.

Palavras-chave: Cartel. Colusão. Política Antitruste. Defesa da Concorrência. JEL: L44 e L41

ABSTRACT

The aim of this research is to discuss the effects of the introduction of a cartel detection technology, based on massive data analysis, which has been called “Brain” (original name in Portuguese “Cérebro”), in the context of the Brazilian antitrust policy. We applied a simulation method proposed by Harrington and Chang in 2009, which was calibrated based on a set of facts which are consistent with the institutional peculiarities in Brazil, in particular the existence of a leniency programme. The calibration of the model contemplated several different scenarios based on a variation in the number of firms in an industry (4, 8 or 12), the level of competitiveness and the magnitude of the anticipated penalties. We formulated different hypotheses based on how the shock of technology would impact the rate of cartel formation in a market. We concluded that investigations which apply the cartel detection technology should not differentiate between oligopolies - industries with maximum four players - and industries with a larger number of firms. Likewise, the level of competitiveness in the industry in question is not a factor that should be taken into account when the antitrust authority decides whether or not to investigate, since the effects of the increment in technology will be similar in both scenarios. The severity of the fines does impact the rate of cartel formation, but less so than the technology shock, according to the simulations carried out in this study. We finally concluded that, proportionally, the number of cases originating from the leniency program would reduce significantly in the event that the technology shock materializes.

Keywords: Cartel. Collusion. Antitrust Policy. Competition Policy. JEL: L44, L41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Métodos de Detecção de Cartéis. Fonte: Tradução livre a partir de Hüschelrath, “How Are Cartels Detected? The Increasing Use of Proactive Methods to Establish Antitrust Infringements”, in Journal of European Competition Law & Practice, 2010, Vol. 1, No. 6.	16
Figura 2 - Evolução dos acordos de leniência no CADE.	17
Figura 3 - Casos de cartel julgados pelo Tribunal entre 2015 e outubro de 2016. Elaboração própria.	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Exemplo de resultados de um cenário	38
Tabela 2- Hipótese 2 Comparação dos efeitos da magnitude da multa	48
Tabela 3 - Hipótese 3. Comparativo de grau de competição	51
Tabela 4 - Hipótese 4. Estoque de leniência.....	52

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. BREVE REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1. FILTROS ECONÔMICOS E REPRESSÃO A CARTÉIS	18
2.2. DESENVOLVIMENTO DE TÉCNICAS DE FILTROS ECONÔMICOS NO ÂMBITO DO CADE	21
2.3. PROBLEMA DE PESQUISA	21
3. SIMULAÇÃO COMO SUBSÍDIO PARA DESENHO DE POLÍTICAS DE REPRESSÃO A CARTÉIS	24
3.1. NASCIMENTO E MORTE DE CARTÉIS: O PROBLEMA DOS CARTELISTAS.....	25
3.2. DETECÇÃO E PUNIÇÃO: O PROBLEMA DA AUTORIDADE ANTITRUSTE.....	30
3.3. TAXA DE FORMAÇÃO CARTÉIS E AS CARACTERÍSTICAS DA POLÍTICA ANTITRUSTE ÓTIMA	32
3.4. CALIBRAÇÃO DO MODELO E FORMULAÇÃO DE CENÁRIOS DE ANÁLISE.....	39
4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	44
4.1. HIPÓTESE 1 - INDÚSTRIAS COM MAIOR NÚMERO DE EMPRESAS (12) TERÃO MAIOR PROPENSÃO A REAGIR AO CHOQUE DE TECNOLOGIA DE DETECÇÃO DE CARTÉIS EM COMPARAÇÃO COM UMA INDÚSTRIA OLIGOPOLIZADA (8 OU 4 EMPRESAS).	44
4.2. HIPÓTESE 2 - UM AMBIENTE DE EXPECTATIVAS DE MULTAS MAIS ELEVADAS TERÁ MAIOR PROPENSÃO A REAGIR AO CHOQUE DE TECNOLOGIA.....	46
4.3. HIPÓTESE 3 - INDÚSTRIAS COM BAIXO GRAU DE COMPETIÇÃO ($A = 0,6$) TERÃO MAIOR PROPENSÃO A REAGIR AO CHOQUE DE TECNOLOGIA EM COMPARAÇÃO COM INDÚSTRIAS DE ALTA COMPETIÇÃO ($A = 0,1$).....	50
4.4. HIPÓTESE 4 - A PROPORÇÃO DE CASOS DERIVADOS DO PROGRAMA DE LENIÊNCIA IRÁ REDUZIR EM RELAÇÃO AO ESTOQUE DE CASOS DA AUTORIDADE ANTITRUSTE APÓS O CHOQUE DE TECNOLOGIA DE DETECÇÃO.	51
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
ANEXO I – CÓDIGO UTILIZADO.....	57
ANEXO II – RESULTADOS DOS CENÁRIOS DE SIMULAÇÃO.....	58
ANEXO III – CASOS JULGADOS. De 01/2015 a 10/2016	70

1. INTRODUÇÃO

O objetivo da pesquisa foi discutir como a política de repressão a cartéis deverá se comportar a partir da introdução de uma drástica mudança no padrão tecnológico de detecção de cartéis.

A tecnologia de detecção de cartéis representa a maneira como a Autoridade Antitruste transforma seus recursos humanos e materiais em casos identificados e punidos. Nesse sentido pode-se conceber as mudanças de padrão tecnológico da autoridade antitruste como diversas circunstâncias, inclusive alterações institucionais, como a previsão legal de maiores poderes de investigação para a Autoridade Antitruste. No presente trabalho tratamos de meios tecnológicos propriamente ditos, como a aplicação de *softwares* de identificação de padrões suspeitos em bases de dados. A motivação do presente trabalho é justamente este segundo caso, em que descreveremos o aplicativo dedicado à mineração de dados para a detecção de cartéis em compras públicas conhecido como “Cérebro”.

A metodologia utilizada para analisar os efeitos de mudanças da política de repressão a cartéis se baseou em método de simulação (HARRINGTON; CHANG, 2009a, 2009b, 2015) que permite formular e testar hipóteses sobre como firmas e a Autoridade Antitruste interagem na economia. Esse é o referencial teórico da pesquisa realizada. A aplicação de métodos de inferência estatística foi descartada porque cartéis são acordos ilícitos e, por definição, ocultos, o que afasta a possibilidade de realização de estudos empíricos a respeito da população de cartéis. No melhor dos cenários, pode-se realizar pesquisa empírica a respeito dos cartéis descobertos e processados, não sobre o conjunto de firmas em uma economia que desistiram de concretizar conluíus ou dos cartéis que não chegaram a se formar em virtude do receio de ser punido.

A presente pesquisa tem como objeto de estudo a política antitruste definida por HÜSCHEL RATH como “a aplicação de um conjunto de normas para submeter firmas a adotarem estratégias competitivas com o objetivo de maximizar o bem-estar geral, dadas as restrições orçamentárias para fazê-lo” (2009a, p. 2).

As medidas de política antitruste se dividem em controle de estruturas e de condutas, destacando-se, dentre estas últimas, os cartéis. A pesquisa se debruça especificamente sobre a repressão a cartéis, definidos como os acordos entre firmas rivais para em conjunto manipularem o sistema de mercado para a definição preços, quantidade e qualidade de bens e serviços (MOTTA, 2004).

A política de repressão a cartéis no Brasil se apoia em dois instrumentos principais: o programa de leniência – que concede imunidade ao envolvido na prática ilícita que traia os demais cartelistas –, introduzido no início dos anos 2000, e o investimento em técnicas de detecção e investigação de cartéis baseadas em análises de dados, processo iniciado a partir de 2013.

Os dois instrumentos são complementares. No programa de leniência a Autoridade Antitruste depende essencialmente da colaboração dos próprios envolvidos no acordo ilícito. Ao desenvolver investigações próprias o efeito é duplo: verifica-se tanto um objetivo de parar os cartéis que venham a ser detectados e processados quanto aumentar o receio de detecção que aumenta os incentivos à adesão ao programa de leniência. O investimento em técnicas de investigação, portanto, atua como um reforço do programa de leniência em alguma medida.

O objetivo específico da pesquisa foi discutir como a política de repressão a cartéis deverá se comportar a partir da introdução de uma drástica mudança no padrão tecnológico de técnicas de detecção de cartéis. A tecnologia de detecção de cartéis representa a maneira como a Autoridade Antitruste transforma seus recursos humanos e materiais em casos identificados e punidos. Nesse sentido pode-se conceber as mudanças de padrão tecnológico tanto como alterações institucionais, como dar maiores poderes de investigação para a Autoridade Antitruste, ou meios tecnológicos propriamente ditos, como a aplicação de *softwares* de identificação de padrões suspeitos em bases de dados. A motivação do presente trabalho é este segundo caso, em que descreveremos o aplicativo dedicado à mineração de dados em compras públicas conhecido como “Cérebro”.

A metodologia utilizada para analisar os efeitos de mudanças da política de repressão a cartéis se baseou em método de simulação (HARRINGTON; CHANG, 2009a, 2009b, 2015)(HARRINGTON; CHANG, 2009a, 2009b, 2015) que permite formular e testar hipóteses sobre como firmas e a Autoridade Antitruste interagem na economia. Esse é o referencial teórico da pesquisa realizada. A aplicação de métodos de inferência estatística foi descartada porque cartéis são acordos ilícitos e, por definição, ocultos, o que afasta a possibilidade de realização de estudos empíricos.

Como é próprio da abordagem teórica proposta por Harrington e Chang, 2009a, os valores dos parâmetros do modelo de simulação não refletem uma calibração empírica, porque esses fatos não podem ser mensurados. Entretanto, a simulação permite criar alterações significativas no ambiente e assim discutir os resultados na variação do parâmetro em estudo, qual seja, o patamar da tecnologia de detecção de cartéis.

A contribuição deste trabalho em relação ao proposto pelos autores se dá em dois aspectos.

O primeiro é simular a variação do parâmetro que reflete o padrão tecnológico da atuação da Autoridade Antitruste, assumida como fixa no trabalho original de Harrington e Chang, 2009a. A abordagem é sugerida pelos próprios autores como desdobramento da pesquisa que realizaram¹. Intuitivamente, ele reflete a probabilidade de um cartel ser detectado em algum momento de sua atuação. Como será detalhado no capítulo 3, partiu-se da suposição de que um choque de tecnologia aumentaria em 10 vezes a probabilidade de um cartel ser identificado.

O segundo aspecto foi formular cenários úteis a questões presentes da política antitruste brasileira. O modelo de simulação utilizado no trabalho permite a manipulação de alguns de seus parâmetros, para além da tecnologia de detecção. Buscou-se com isso identificar a maneira como o choque de tecnologia irá interagir com outras circunstâncias na economia. Os parâmetros manipulados para estudar o choque de tecnologia foram aqueles que refletem:

1. o número de firmas,
2. a magnitude das punições aos cartéis processados,
3. se descobertos em virtude de leniência ou investigações autônomas e
4. o grau de competição da indústria.

Foram então formuladas quatro hipóteses, cujos resultados serão relevantes para orientar a tomada da decisão da Autoridade Antitruste sobre como priorizar a aplicação dos seus recursos limitados de investigação, bem como avaliar se a tecnologia foi de fato bem sucedida.

As hipóteses foram assim enunciadas:

- Hipótese 1 - Indústrias com maior número de empresas (12) terão maior propensão a reagir ao choque de tecnologia de detecção em comparação a uma indústria oligopolizada (8 ou 4 empresas).
- Hipótese 2 - Um ambiente de expectativas de multas mais elevadas terá maior propensão a reagir ao choque de tecnologia de detecção.
- Hipótese 3 - Indústrias com baixo grau de competição terão maior propensão a reagir ao choque de tecnologia de detecção em comparação a indústrias de alta competição

¹ Para os autores:

An enforcement dimension that has received some discussion in recent years is screening industries for suspected cartels; see, for example, Harrington (2007) and Friederiszick and Maier-Rigaud (2008). The impact of such a program - including how it interacts with a leniency program - can be examined by changing q which is the fraction of cartels discovered without a member having entered the leniency program. (HARRINGTON; CHANG, 2009a, pag. 22))

- Hipótese 4 - A proporção de casos derivados do programa de leniência irá reduzir em relação ao estoque de casos da Autoridade Antitruste após o choque de tecnologia de detecção.

A hipótese 1 pretende explorar a pertinência de estabelecer um critério de focalização do incremento das investigações do CADE a depender do número de empresas atuantes.

A hipótese 2 reflete um crescente debate do SBDC e da comunidade antitruste sobre a adequação do grau das punições pecuniárias aplicadas pelo CADE. De maneira intuitiva, punições mais severas terão um poder maior de inibir a prática de cartel, ao passo que punições brandas farão com que os incentivos para firmas se engajarem em conluios sejam maiores. A referência aqui é à comparação entre os ganhos da prática ilícita, no direito brasileiro contemplado na noção de vantagem auferida (Lei 12.529/11, art. 37, inciso I e art. 45, inciso III). Aqui importa discutir quantas vezes a punição refletirá os ganhos com o cartel, qual será o multiplicador da multa em função dos ganhos das firmas com a prática ilícita. Qualquer valor abaixo de 1 caracteriza, portanto, subpunições da prática de cartel, visto exclusivamente sob o aspecto dos ganhos econômicos.

Já na hipótese 3 avalia-se o grau de concorrência de uma indústria. A intuição econômica aqui é simples: quanto menor a concorrência do setor, como em um duopólio por exemplo, menores serão os incentivos à cartelização, uma vez que um jogo de Cournot ou mesmo a colusão tácita já renderiam preço acima daquele de equilíbrio competitivo. O ganho marginal das empresas com cartel é muito pequeno neste caso. A hipótese é assim enunciada:

Por fim, a hipótese 4, observou-se um dos resultados da simulação que informa o número de cartéis punidos pela Autoridade Antitruste, distinguindo aqueles oriundos do programa de leniência do total. Assim, formulamos a hipótese de que o choque de tecnologia, se bem-sucedido, irá alterar o perfil do estoque de casos da Autoridade Antitruste: a proporção de casos derivados do programa de leniência em comparação com o total será reduzida.

No total, foram construídos 24 cenários, alterando-se para cada um deles os parâmetros que designam o número de firmas na economia sob análise (4, 8 ou 12 firmas), o grau de concorrência da indústria (alta ou baixa) e a magnitude das punições em função da vantagem auferida pelas firmas em cartel (multas iguais à vantagem e subpunições de 50%).

Os resultados da hipótese 1, que aborda o número de firmas de uma indústria, foram inconclusivos, em função de limitações do modelo adotado. Apesar de tal resultado, os cenários de simulação permitiram explorar limitações características do método adotado.

Quanto à hipótese 2, os resultados confirmaram fracamente seu enunciado. São discutidas as medidas de aumento de punição em conjunto com o incremento de investigações como

complementares, e o impacto relativo das medidas. As consequências desse resultado apontam para pesquisas posteriores, assim como igualmente permitem caracterizar limitações do modelo proposto por Harrington e Chang, 2009a.

Os resultados da hipótese 3, que trata da maneira como o choque de tecnologia na detecção de cartéis afeta uma indústria segundo seu grau de competição, indica que esse aspecto não deve influenciar a tomada de decisão sobre focalização de recursos da Autoridade Antitruste.

Na discussão da hipótese 4, fortemente confirmada, se identificou que a redução do número de casos oriundos do programa de leniência sobre o total do estoque de casos da Autoridade Antitruste será substancial em quaisquer dos cenários.

O trabalho está assim estruturado: no capítulo 1 apresenta-se um panorama da pesquisa desenvolvida. No Capítulo 2, buscou-se contextualizar os instrumentos de repressão a cartéis disponíveis no Brasil, tendo como referência uma breve revisão de literatura econômica e práticas informadas por Autoridades Antitruste de outros países. A referência aqui foi o trabalho de CAPOBIANCO (2013). No capítulo 3, o modelo utilizado é descrito em seus parâmetros essenciais, assim como é descrita a maneira como os diferentes cenários foram construídos para permitir uma avaliação quanto às hipóteses formuladas. No capítulo 4 foram discutidos os resultados das simulações para cada uma das hipóteses de pesquisa formuladas.

Discute-se, por fim, o uso deste resultado da hipótese 4 tanto como um instrumento de planejamento da aplicação de recursos da Autoridade Antitruste. O estudo sobre o estoque de casos da Autoridade Antitruste permitirá identificar a melhor alocação de esforços entre as atividades de investigação e negociação de acordos de leniência. Será uma forma de avaliação da efetividade do choque de tecnologia em investigações, uma vez o acompanhamento da estatística de casos poderá indicar se de fato o “Cérebro” significou um choque de tecnologia na política de repressão a cartéis.

2. BREVE REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo apresentam-se brevemente a literatura econômica sobre repressão a cartéis, destacando a motivação deste trabalho: o desenvolvimento de técnicas de monitoramento de mercado por parte do CADE.

Segundo a literatura econômica (Motta, 2004, p.137), há diversas formas de acordos entre firmas rivais. Parte delas pode ter como resultado o aumento de bem-estar da economia, como os acordos sobre padrões industriais e projetos de desenvolvimento tecnológico, enquanto outras têm como objetivo manipular o sistema de preços da economia, eliminando a concorrência. Esses últimos tipos de acordo, essencialmente ocultos, tratam sobre os aspectos de preço, quantidade e qualidade de bens e serviços.

O Guia de Acordos de Leniência do CADE define cartel como a hipótese em que:

(...) concorrentes se coordenam e realizam acordos com o objetivo ou com a potencialidade de produzir os efeitos, ainda que não alcançados, de: (I) limitar, falsear ou de qualquer forma prejudicar a livre concorrência ou a livre iniciativa; (II) dominar mercado relevante de bens ou serviços; (III) aumentar arbitrariamente os lucros; e (IV) exercer de forma abusiva posição dominante (art. 36, caput, I a IV da Lei nº 12.529/2011). (CONSELHO ADMINISTRATIVO DE DEFESA ECONÔMICA. BRASIL, 2015)

Para o modelo utilizado no presente estudo, formula-se o cartel como um problema do tipo dilema dos prisioneiros: as firmas decidem competir ou entrar em colusão, e da interação das decisões dos atores decorrem diferentes conjuntos de ganhos. Se todas as firmas entram em colusão, cada uma delas tem ganhos superiores em relação à condição de competição. A firma que trai as demais, movendo-se primeiro para um preço entre o competitivo e o cartelizado, recebe ganhos maiores em relação à situação de competição ou mesmo à de manutenção do cartel, ao passo que os cartelistas estarão transitoriamente em situação pior que aquela em que estariam em competição. Trata-se de uma definição coerente com o que se compreende como cartel no Direito Brasileiro.

Há razoável consenso sobre a necessidade de políticas eficientes de repressão a cartéis não restringirem seu foco a um método ou estratégia específica, mas conciliar de maneira equilibrada um extenso conjunto de métodos de detecção de cartéis (CAPOBIANCO, 2013).

Os instrumentos à disposição de uma Autoridade Antitruste para a repressão a cartéis podem ser agrupados em métodos proativos e reativos (HÜSCHEL RATH, 2010). As duas categorias se distinguem pelo grau de dependência da atuação de atores externos para a descoberta de cartéis. O conjunto de métodos reativos se caracteriza por uma postura passiva da Autoridade Antitruste. Assume que atores externos terão incentivos a reportar atos ilícitos,

sejam potenciais afetados como competidores e consumidores, ou denunciante que tomem conhecimento da prática de cartel e desejam reportar por motivação não pecuniária ou de vantagem pessoal, incluindo senso cívico. O principal instrumento para política antitruste, dentre os métodos reativos, é o acordo de leniência, justamente por se apoiar em um desenho de incentivos para romper os vínculos de confiança entre os cartelistas.

Segundo sintetiza Hüschelrath:

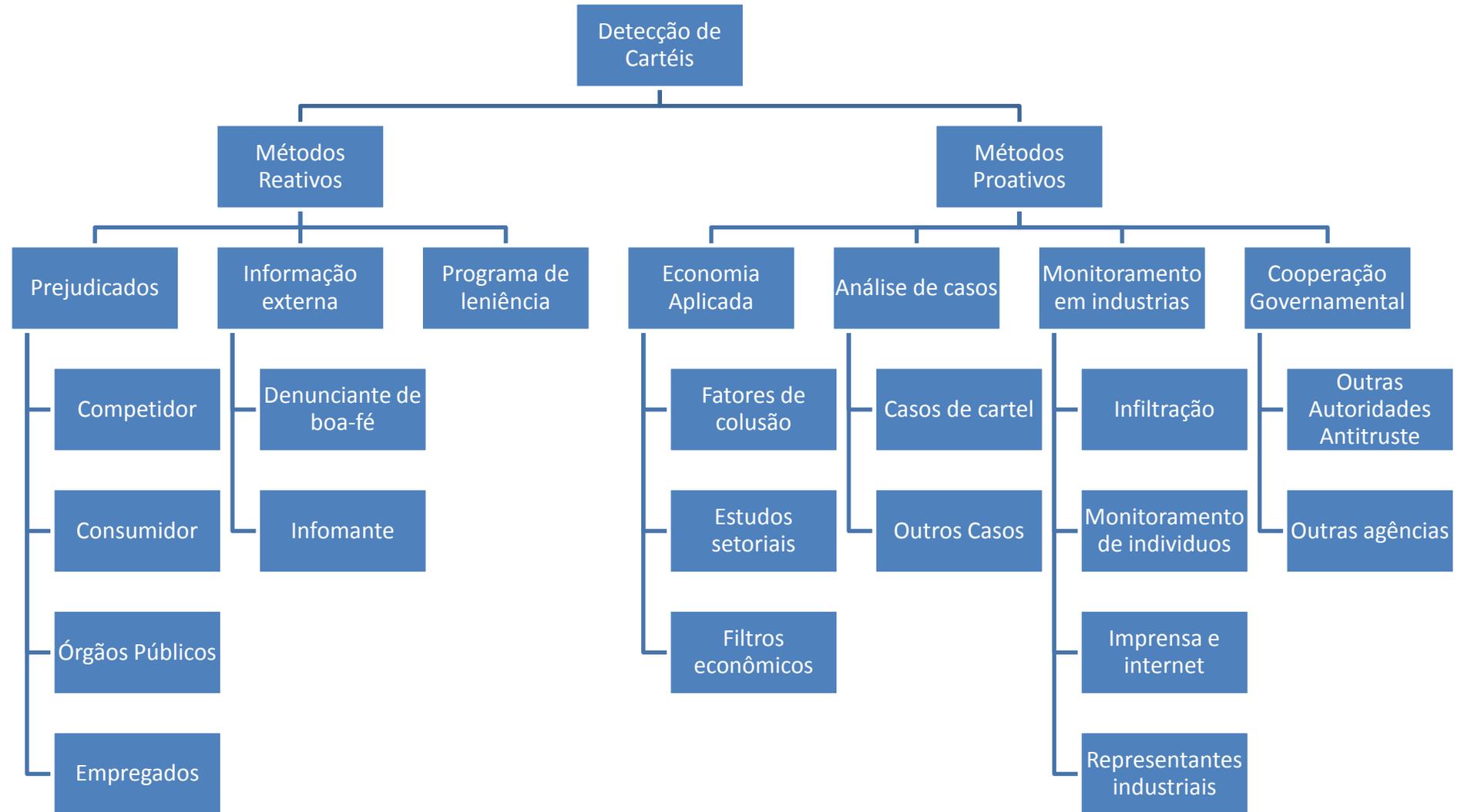


Figura 1 Métodos de Detecção de Cartéis. Fonte: Tradução livre a partir de Hüschelrath, “How Are Cartels Detected? The Increasing Use of Proactive Methods to Establish Antitrust Infringements”, in *Journal of European Competition Law & Practice*, 2010, Vol. 1, No. 6.

A autoridade antitruste brasileira, o Conselho Administrativo de Defesa Econômica-CADE, acumula uma experiência institucional em acordo de leniência desde sua introdução legislativa no ano 2000((CONSELHO ADMINISTRATIVO DE DEFESA ECONÔMICA. BRASIL, 2013), com expressivo crescimento de efetividade nos anos mais recentes. O primeiro acordo só veio a ser assinado em 2003, sendo que apenas a partir de 2010 se verificou um aumento no número de casos, chegando ao pico histórico de 15 em 2015 (CONSELHO ADMINISTRATIVO DE DEFESA ECONÔMICA. BRASIL, 2015). Segundo informações públicas do CADE:

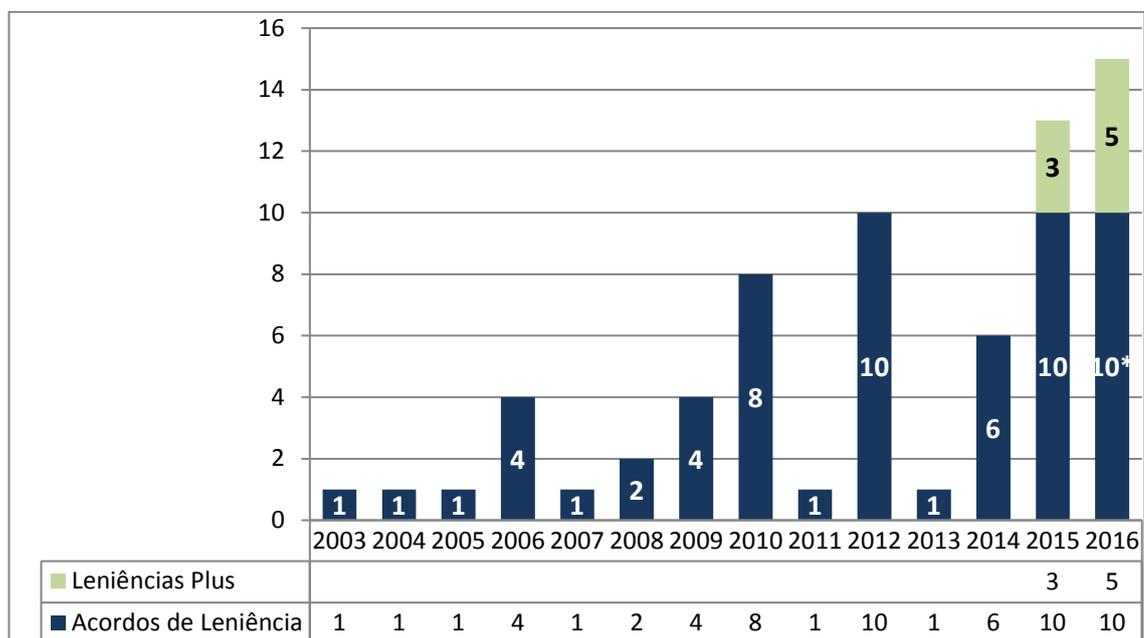


Figura 2 - Evolução dos acordos de leniência no CADE².

Como métodos reativos com algum relevo, podemos citar as denúncias de compradores potencialmente prejudicados e investigações derivadas da esfera criminal. Dos 37 casos de cartéis julgados pelo Tribunal do CADE, entre janeiro de 2015 e outubro de 2016³, 43% dos casos foram iniciados por fontes externas:

² Leniência *plus* está prevista no art 209 do Regimento Interno do CADE. Trata-se da leniência realizada por empresa já anteriormente investigada por um ou mais cartéis em outros mercados.

³ Informações consolidadas no ANEXO III – CASOS JULGADOS. DE 01/2015 A 10/2016 .

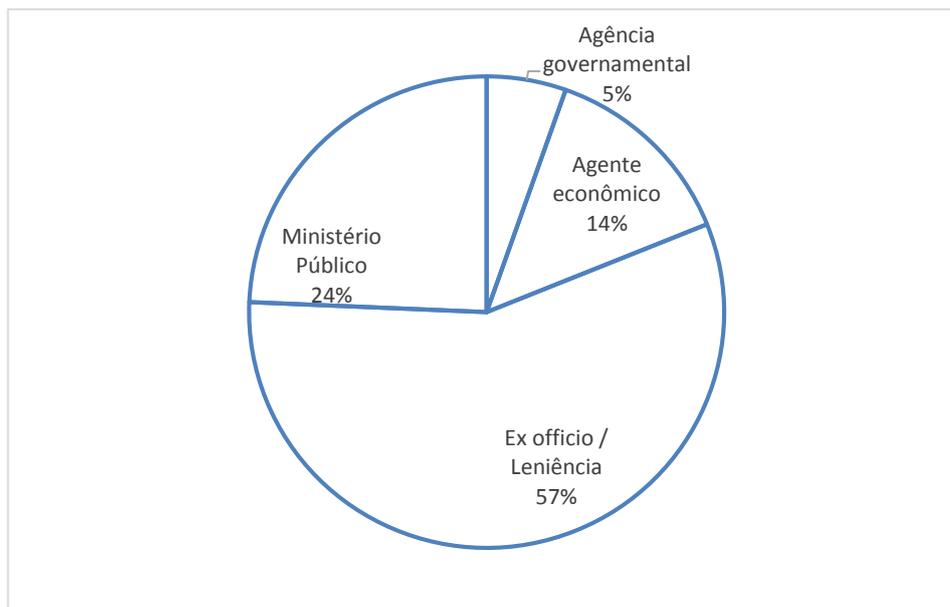


Figura 3 - Casos de cartel julgados pelo Tribunal entre 2015 e outubro de 2016. Elaboração própria.

Já no conjunto de métodos proativos, merecem destaque as investigações derivadas da análise de processos não relativos a cartel submetidos ao CADE e o monitoramento de informações públicas sobre condenações no exterior (FERNANDES, 2012).

Mais recentemente, o CADE tem investido no desenvolvimento de um sistema de monitoramento de compras públicas (OECD, 2016), cujo potencial impacto na política antitruste é a motivação da presente pesquisa, como tratado adiante.

2.1. FILTROS ECONÔMICOS E REPRESSÃO A CARTÉIS

Após duas décadas de consolidação de programas de leniência como instrumento central de repressão a cartéis por autoridades antitrustes, há estudos que informam que o excesso de confiança em tal medida levou a uma tendência de que os processos recaiam sobre cartéis que já tenham deixado de operar ou com alta probabilidade de detecção (STEPHAN; NIKPAY, 2014). Nesse sentido:

The credible threat of detection may be further undermined by an over-reliance on leniency. It is very tempting for competition authorities to focus their resources on leniency applications. In principle, this should allow them to complete more infringement decisions, as leniency cases are less costly and time consuming than ‘own-initiative’ investigations. In the period since it was introduced in 1996, the proportion of cases uncovered through the EU leniency policy has steadily increased to around 75 per cent. 36 According to the European Commission’s published press releases and infringement decisions, there have in fact only been around 24 EU cartel cases since 2000 that were not revealed by a cartel member. Given that competition law potentially applies to many thousands of different European markets, it is suggested that this number represents a lower rate of detection than is necessary for optimal deterrence. This is also significant because the literature on behaviour and risk suggests a tendency

for decisionmakers to simplify prospects and to discard events with a very low probability of occurring. (STEPHAN; NIKPAY, 2014)

O uso de técnicas econométricas para detecção de cartéis tem sido apontado como uma forma eficiente de manter a ameaça de detecção crível, ação que potencializa a eficácia dos programas de leniência e tem sido objeto de iniciativas de ao menos 30 jurisdições, em especial entre países da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE (CAPOBIANCO, 2013).

Para DOANE, 2013, é importante diferenciar o teste de filtros econômicos, tradução mais frequente para *screening*. Enquanto o teste tem como formulação estatística informação prévia de que os dados analisados exibirão um comportamento de colusão ou competição (H0 e H1), no filtro econômico admite-se que podem haver outras hipóteses alternativas (H2). Nessa distinção, filtros são mais úteis para a iniciação de investigações, ao passo que testes têm aplicação em contextos em que há informação prévia de colusão:

We use our earlier distinction between “screens” and “tests” for collusion in that screens are designed to find unknown episodes of collusion, while tests are designed to test whether indicator variables (X) can correctly identify known or suspected episodes of collusion. (DOANE et al., 2013, pag. 11)

Os autores ilustram essa distinção no caso da manipulação das cotações da NASDAQ ocorrida em 1991. Havia uma regra de que as ofertas de ações não podiam ser realizadas em centavos, mas apenas em oitavos de dolar (faixas de 12,5 centavos). A manipulação se dava entre os operadores que evitavam as frações ímpares (1/8, 3/8 e 5/8) e transacionavam apenas em frações pares (2/8, 4/8 e 6/8). Os autores relatam que filtros baseados no modelo H0 representando competição e H1 representando conluio não produziam resultados confiáveis pois havia uma hipótese alternativa de manipulação então não conhecida H2 (DOANE et al., 2013, pag. 4) ⁴

Para os autores, as técnicas de filtros podem ser classificadas em: 1) filtros baseados nos primeiros e segundo momentos da distribuição de preços⁵ 2) filtros baseados em modelos estruturais e 3) filtros baseado em características dos preços em contraste com teorias sobre o comportamento esperado da precificação (DOANE et al., 2013). Seguindo essa classificação,

⁴ Os operadores da bolsa NASDAQ ganhavam suas comissões baseados na diferença entre o preço ofertado e demandado da ações. Ao reduzir os valores possíveis em faixas de 25 centavos e não de 12,5 centavos os operadores maximizavam suas comissões em detrimento dos seus clientes. Para DOANE etc al, 2013: This idea is illustrated by the NASDAQ screen. Christie and Schultz (1994) and Christie, Harris, and Schultz (1994) rule out several different cost-based explanations for odd-eighth avoidance, like adverse selection (informed traders are more likely to trade at favorable quotes) and the cost of holding inventory until an order arrives. Essentially, they reject a variety of hypotheses in favor of H1.

⁵ Os primeiros e segundo momentos de uma distribuição são sua média e variância. Ver WOOLDRIDGE, 2013.

os autores catalogaram uma descrição conceitual de 20 filtros e 20 testes estatísticos em trabalhos acadêmicos desde os anos 1980.

Para CAPOBIANCO, 2013, em inventário de experiências de diversas autoridades antitruste para a OCDE, filtros econômicos podem ser classificados em estruturais e comportamentais. As abordagens são complementares: enquanto os filtros estruturais permitem identificar mercados que possuem condições mais propícias para a ocorrência de cartéis, os filtros comportamentais dão subsídios à análise dos traços de formação e dissolução de cartéis a partir de dados de empresas específicas. Ou seja, os estruturais indicam se há ou não condições estruturais para cartéis ocorrerem, enquanto os comportamentais indicam se eles devem ter ocorrido de fato ou não.

A análise de (ABRANTES-METZ; BAJARI, 2012) classifica os filtros a partir de seus insumos de informação e de sua finalidade. Para os autores, os filtros podem ser baseados em dados de: 1) preços e custos⁶, 2) participações de mercado; e 3) leis matemáticas⁷.

Quanto ao aspecto do uso de filtros, ABRANTES-METZ et al, 2012, discorrem sobre sua aplicação em detecção de ilícitos concorrenciais nos EUA e Comunidade Européia, em ações coletivas de danos civis, em matéria de defesa e cálculo de danos.

HARRINGTON, 2006, aborda filtros econômicos na perspectiva das fases de repressão a cartéis: detecção, persecução e penalização. Pondera que a aplicação de filtros aumenta a eficácia de programas de leniência e elenca os principais marcadores de colusão. Para tanto, lista cinco marcadores de colusão baseados em informações de preços e custos.

Por fim, no breve panorama sobre o estado da arte sobre aplicação de filtros econômicos, destaca-se a descrição da experiência brasileira no monitoramento do mercado de combustíveis e estudos específicos nos mercados de farinha de trigo, silicato de sódio e pedras britadas (CUIABANO et al., 2014). Recentemente, o CADE passou a investir na expansão de tais técnicas para aplicação em outros mercados, como será descrito no próximo capítulo.

⁶ Em tradução livre de Abrantes-Metz et al, 2012, são considerados suspeitos padrões como: i) Preços permanecem idênticos por longos períodos de tempo; ii) preços costumavam ser diferentes, mas mudam de regime e passam a ser idênticos; iii) preços aumentam de maneira não explicada por seus custos; iv) descontos são eliminados em um mercado em que eram frequentes; v) vendedores cobram preços mais altos de consumidores próximos que de consumidores distantes. Para investigação de suspeitas de cartéis já extintos, ABRANTES-METZ et al, 2012, apontam como características suspeitas: i) quebra estrutural na série de preço, marcada pela sua quebra abrupta; ii) preço médio durante um período suspeito é maior que após a quebra estrutural, iii) preços eram mais estáveis antes da quebra estrutural.

⁷ Em tradução livre de Abrantes-Metz et al: i) participação de um grupo de empresas é particularmente estável ao longo do tempo e ii) empresas possuem participação de mercado negativamente correlacionada ao longo do tempo. Por fim, os autores descrevem a lei de Benford, que trata de uma regra matemática que distingue manipulação de informações que deveriam decorrer de um processo natural a partir do estudo da distribuição de seus dígitos.

2.2. DESENVOLVIMENTO DE TÉCNICAS DE FILTROS ECONÔMICOS NO ÂMBITO DO CADE

Segundo CADE, 2016, foram contratados em 2014, por meio de Cooperação Técnica Internacional com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD, dois consultores especializados: um da área de tecnologia da informação, outro de estatística.

A partir do trabalho dos consultores, foi desenvolvido uma interface com ferramentas de análise de dados para subsidiar a investigação de cartéis, especialmente de cartéis em licitações. No sistema batizado por “Cérebro” estão incorporados tanto ferramentas de mineração de dados quanto filtros econômicos.

No conjunto de ferramentas de mineração de dados estão contidos mecanismos de automação computacional de busca por padrões numéricos em lances e propostas em licitações. Há um evidente ganho de eficiência e capacidade de análise em automatizar tarefas anteriormente realizadas por analistas de casos (ROQUETE, FELIPE L. V; SILVA, 2016).

Também informa-se a implementação de algoritmos que automatizam e generalizam a aplicação de filtros econômicos para detecção de cartéis, nas palavras de ROQUETE, 2016:

The work developed with the consultants was the coding of algorithms that search for the patterns identified by the econometric literature in the databases of public procurement. The algorithms return to the analyst measures of similarity between behaviors considered suspicious in theory and those effectively seen in the bids.

The construction of the set of techniques is still in progress, but Cade has already a few tools working. By the end of 2015, data analyses had an important role in one dawn raid operation conducted by Cade, including in the argument that based the granting of a warrant. Furthermore, Cérebro’s analyses have already allowed the opening of other investigations in public procurement.

Constata-se assim a clara estratégia de investimento do CADE no desenvolvimento de tecnologia aplicada à detecção de cartéis, com foco na detecção de cartéis em licitações⁸, cujos primeiros resultados aplicados se deram em 2015, com provável intensificação no curto prazo.

2.3. PROBLEMA DE PESQUISA

⁸ “O Conselho Administrativo de Defesa Econômica – Cade abriu processo seletivo para contratação de dois consultores, sendo um especialista em Tecnologia da Informação aplicada à produção de informações estratégicas na repressão a cartéis e um especialista em Desenvolvimento de Testes Econométricos aplicados à repressão a cartéis.” Notícia de 30 de maio de 2014 disponível em <http://www.cade.gov.br/noticias/cade-abre-processo-seletivo-para-consultores-de-ti-e-econometria>. Acesso em 19/09/2016.

Buscou-se nos tópicos anteriores caracterizar o ambiente de inovação da política antitruste brasileira. À introdução de um programa de leniência, inovação institucional, segue-se a criação de uma ferramenta de análise de dados apoiada na literatura de filtros econômicos e mineração de dados.

O problema de pesquisa que nos propusemos a discutir seriam os efeitos da introdução de um choque de tecnologia na detecção de cartéis sobre a política de repressão a cartéis.

Para tanto foi adotado o modelo de Harrington e Chang, 2009a, que propõem uma técnica de simulação para uma análise da política antitruste, formulando uma abordagem teórica que permite superar um fato intrínseco à realidade da formação de cartéis: seu caráter não observável por métodos de inferência estatística.

O objetivo da pesquisa foi calibrar o modelo com fatos estilizados consistentes com a realidade brasileira, produzindo cenários que permitissem discutir hipóteses relevantes para a orientação da política de repressão a cartéis.

Foram formuladas quatro hipóteses a partir das quais se pode evidenciar os efeitos do choque de tecnologia na detecção de cartéis introduzidos pela ferramenta “Cérebro” na política antitruste:

- Hipótese 1 - Indústria com maior número de empresas (12) terão maior propensão a reagir ao choque de tecnologia de detecção em comparação com uma indústria oligopolizada (8 ou 4 empresas).
- Hipótese 2 – Indústria em um ambiente de expectativas de multas mais elevadas terá maior propensão a reagir ao choque de tecnologia de detecção
- Hipótese 3 - Indústria com baixo grau de competição ($\alpha = 0,6$) terão maior propensão a reagir ao choque de tecnologia de detecção em comparação com indústrias de alta competição ($\alpha = 0,1$).

O parâmetro alfa representa o grau de competição da indústria objeto de simulação no intervalo $\alpha \in [0,1)$. Do ponto de vista da formalização do modelo, atua como um deflator do lucro em cartel π . A intuição econômica aqui é simples: quanto menor a competição do setor, como em um duopólio por exemplo, menores serão os incentivos à cartelização, uma vez que um jogo de Cournot ou mesmo a colusão tácita já renderiam preço acima daquele de equilíbrio competitivo. O ganho marginal das empresas com cartel é muito pequeno neste caso.

- Hipótese 4 - A proporção de casos derivados do programa de leniência irá reduzir em relação ao estoque de casos da Autoridade Antitruste após o choque de tecnologia de detecção.

As hipóteses 1 e 3 fornecem uma intuição sobre a necessidade de se focalizar as análises de filtros econômicos, e, portanto, a abertura de investigações de ofício, em mercados oligopolizados ou em mercados de baixa competição. Apesar da intuição econômica indicar que com frequência os dois aspectos ocorrerão nas mesmas indústrias, o modelo permite elaborar cenários que os diferencie.

A hipótese 2 coloca em perspectiva uma discussão atual sobre a política de repressão a cartéis no Brasil: a eventual subpunição de cartéis, que significa afirmar que eventualmente as punições podem estar abaixo da vantagem auferida pelos cartelistas. São discutidos os efeitos do aumento das punições e do incremento da tecnologia de detecção e a maneira como ambos se reforçam.

Da hipótese 4 pode-se inferir duas consequências para a tomada de decisão sobre a política de repressão a cartéis. Por um lado, a proporção entre casos de leniência e investigações de ofício no estoque de casos da Autoridade Antitruste permite antecipar importante variável na alocação de recursos humanos e materiais em uma atividade ou outra. Como as atividades utilizam os mesmos recursos materiais e humanos, uma intuição sobre o efeito do choque de tecnologia na demanda por recursos da Autoridade entre uma atividade ou outra permite uma decisão alocativa mais informada. Por outro lado, monitorar tal proporção e a maneira como ela é aderente ou não ao previsto pelo modelo pode ser um indicador da qualidade e magnitude do próprio choque de tecnologia na detecção.

Nos capítulos seguintes são apresentadas as características essenciais do modelo, sua calibração e discussão dos resultados simulados.

3. SIMULAÇÃO COMO SUBSÍDIO PARA DESENHO DE POLÍTICAS DE REPRESSÃO A CARTÉIS

No estudo realizado, foi adotado o modelo proposto por (HARRINGTON; CHANG, 2009a) que propõe uma simulação do fenômeno econômico do surgimento e colapso de cartéis como um processo estocástico. Como será especificado ao longo deste capítulo, o modelo escolhido descreve a tomada de decisão das firmas segundo a racionalidade de se envolver ou não em colusão com rivais a partir da compatibilidade de incentivos de tal conduta, contrastando os lucros de monopólio de um lado e a probabilidade e magnitude de detecção e punição de outro.

A população de cartéis em uma economia é um fenômeno oculto por definição, e não há propriamente uma relação amostral entre os ilícitos conhecidos, revelados no âmbito de uma investigação ou de um programa de leniência, com a população de cartéis existentes em uma economia (HARRINGTON; CHANG, 2009a, 2009b).

O modelo, portanto, não admite propriamente uma calibração empírica de suas variáveis, tendo como objetivo precípuo uma análise teórica sobre a política antitruste.

Nesse cenário, optou-se pela formação de cenários como instrumento de formulação analítica acerca dos efeitos de um choque de tecnologia de detecção de cartéis em uma política antitruste. O propósito deste trabalho é construir uma análise prescritiva sobre os instrumentos de política antitruste a partir do modelo de simulação que será descrito nos capítulos seguintes sobre o problema de maximização dos cartelistas, o problema de maximização da autoridade antitruste e simulações de calibração do modelo a partir de parâmetros compatíveis com as hipóteses deste estudo.

Apesar de não ser empírico, nem por isso deixa de ter um objetivo prático, uma vez que a formulação dos cenários e hipóteses de estudo aborda questões que podem ser insumos para a tomada de decisão sobre a política antitruste brasileira, no horizonte posto de um choque na taxa de detecção de cartéis que o desenvolvimento de um programa de *screening* pode representar.

Na especificação do modelo a seguir, focou-se na formulação conceitual proposta pelos autores, passando por breve descritivo do método de resolução dos estados de equilíbrio. Os detalhes computacionais estão descritos no Apêndice I do artigo “*The Impact of a Corporate Leniency Program on Antitrust Enforcement and Cartelization*” (HARRINGTON; CHANG, 2009a).

3.1. NASCIMENTO E MORTE DE CARTÉIS: O PROBLEMA DOS CARTELISTAS

O cartel pode ser descrito como uma formulação de um jogo do tipo dilema do prisioneiro: uma vez que os lucros em cooperação (ou colusão) são superiores àqueles obtidos pelas firmas em concorrência, é possível um equilíbrio de Nash em jogo sucessivo em que as empresas aumentam seus ganhos conjuntos. Tão logo o acordo é feito, surge o incentivo à traição, uma vez que a primeira firma a trair o grupo em estado de cooperação poderá obter lucros ainda maiores em um turno do jogo, expandindo sua participação de mercado ao reduzir discretamente os preços em relação ao preço fixado artificialmente, e gozando do sobrepreço ao mesmo tempo, praticando um lucro econômico entre o preço de concorrência e o de monopólio.

No modelo que utilizaremos, concebe-se a realização de lucro como um processo estocástico com dois possíveis estados iniciais: assumindo que todas as empresas estejam em colusão, caso em que o lucro total π será não negativo ($\pi \geq 0$); e assumindo que todas as empresas estejam em processo competitivo, caso em que cada empresa tem como lucro $\alpha\pi$, sendo $\alpha \in [0,1)$ - neste caso, há um deflator α dos lucros potenciais das empresas caso todas estejam em competição.

O modelo então transcrito no Anexo II demanda a calibração de treze parâmetros, que serão apresentados ao logo deste capítulo, quais sejam:

Parâmetro	Descrição
α	Designa o grau de competição de determinada indústria. É um deflator no intervalo $[0,1]$ do lucro de cartel. Quanto mais alto, mais próximo o lucro realizado em determinada indústria é o lucro de colusão (ou lucro de monopólio).
n	Número de firmas
θ	Fator de desconto da leniência. Para leniência plena, seu valor é zero.
$\omega = n[(f-1+\theta)/f]$	Fator de desconto para as empresas que colaboram depois do signatário de leniência. Equivale ao instituto do TCC – Termo de Compromisso de Cessação.
κ	Taxa de oportunidade para formação de cartel.
δ	Fator de desconto dos ganhos futuros
γ	Multiplicador de dano da multa

τ ξ v ρ	Conjunto de parâmetros que determinam a relação entre o estoque de casos e a probabilidade de punição.
λ	Fator de desconto dos recursos internos da Autoridade Antitruste utilizado para processar casos de leniência.
q	Probabilidade de um cartel chegar ao conhecimento da Autoridade Antitruste. Tecnologia de detecção de cartel, parâmetro em que se propõe o choque.

Quadro 1- Descrição de parâmetros do modelo

Apenas por conveniência matemática, se escolheu um deflator dos lucros de monopólio em lugar de um inflator aplicado sobre o lucro em competição. O ponto central do modelo nesse aspecto é representar o fato de que, a depender do grau de competição de um setor, os preços praticados podem estar mais próximos do preço em competição ou de monopólio, sem nenhum juízo normativo sobre qual dos dois é mais natural ou prevalente.

Considerando a dinâmica de nosso modelo, e que as firmas desviem do cartel, o lucro pode ser então representado por $\eta\pi$ em que $\eta > 1$. Temos então o cenário das escolhas das firmas, que lucrarão algo inferior a π em competição, exatamente π aderindo ao cartel e maximizando lucros como um monopolista em um primeiro momento e desde que o acordo ilícito se mantenha em um segundo momento e, por fim, a firma que aderir ao cartel e traí-lo em um segundo momento terá como lucro algo superior a π .

Como o propósito do modelo é construir a distribuição estacionária da formação dos cartéis, neste os autores propõem a função distribuição acumulada $H: [\underline{\pi}, \bar{\pi}] \rightarrow [0,1]$, em que $0 < \underline{\pi} \leq \bar{\pi}$, e $h(\cdot)$ representa a função de densidade associada. Assim, $\mu \equiv \int \pi h(\pi) d\pi$ é a média dos lucros percebidos⁹.

Em cada período, as firmas de determinada indústria podem estar cartelizadas ou não. As que não estavam cartelizadas terão então uma taxa de oportunidade para cartelizar de valor $\kappa \in (0,1)$. Este parâmetro reflete os aspectos não relacionados aos incentivos econômicos para cartelizar, como fatores estruturais que acarretem facilidade ou dificuldade a comunicação entre concorrentes, disposição dos executivos em violar a lei e, por conseguinte, a percepção quanto à persecução criminal dos agentes envolvidos com a tomada de decisão dentro da firma.

⁹ Desenvolvimento da formalização da integral está em anexo do artigo de CHANG; HARRINGTON, 2009a.

Para construir a tomada de decisão das firmas, o modelo introduz a expectativa de punição a partir das características de uma política de repressão a cartéis.

As firmas em colusão esperam ser punidas com probabilidade $\sigma \in [0,1)$, caso em que pagarão uma multa de valor $F/(1 - \delta)$, em que denota a multa por período e δ o fator de desconto intertemporal. Para evitar introduzir um marcador de estado no modelo e, ao mesmo tempo manter alguma dependência entre magnitude da punição e duração da conduta, os autores propõem uma multa fixada em função da duração média da conduta

$$F = \gamma(Y - \alpha\mu)$$

O parâmetro Gama representa acima o multiplicador da multa em função do sobrelucro obtido pelo cartel e segue $\gamma > 0$. As simulações dos autores utilizam o multiplicador de duas vezes sobre o valor da vantagem auferida pela prática de cartel ou do dano causado às vítimas, de acordo com o Direito norte americano¹⁰. Nesse aspecto executamos simulações em dois cenários para γ 0,5 e 1 como será discutido adiante

O parâmetro alfa representa o grau de competição da indústria objeto de simulação no intervalo $\alpha \in [0,1)$. Do ponto de vista da formalização do modelo, atua como um deflator do lucro em cartel π . A intuição econômica aqui é simples: quanto menor a competição do setor, como em um duopólio por exemplo, menores serão os incentivos à cartelização, uma vez que um jogo de Cournot ou mesmo a colusão tácita já renderiam preço acima daquele de equilíbrio competitivo. O ganho marginal das empresas com cartel é muito pequeno neste caso.

Esse aspecto calibra o efeito dos ganhos sobre os incentivos à prática da conduta. Se por um lado um setor pouco competitivo em geral terá condições facilitadoras de colusão, como uma concentração de mercado sob domínio de poucas empresas, por outro lado a estratégia dominante será com mais frequência a prática dos lucros próximos aos de colusão sem o risco inerente ao engajamento em uma prática ilícita.

¹⁰ Segundo o manual da divisão de antitruste do órgão de persecução criminal norte americano (DEPARTMENT OF JUSTICE, 2012):

That statute provides that the court may impose a fine up to twice the gross pecuniary gain derived by the conspirators or cartel (not just the defendant) from the crime or twice the gross loss suffered by the victims of the crime, unless the court decides that the imposition of such a fine would unduly complicate or prolong the sentencing process.

Já para as ações de ressarcimento privado, o multiplicador seria de três vezes, segundo CAIXETA, 2013:

O país [EUA], com relação à função compensatória das ações privadas, adota o sistema do treble damages (dano triplo). Trata-se de um mecanismo que possibilita multiplicar por três o valor a ser indenizado às vítimas por suas perdas reais. Contrariamente do que se qualifica como punitive damages, danos aplicados como uma forma de sancionar o infrator por violar os preceitos normativos de forma a impedir que a infração se repita. Os danos punitivos possuem natureza “quase-penal” e justificam-se para preencher lacunas entre o direito civil e criminal. A racionalidade deste tipo de dano é justamente permitir a sociedade, por meio de ações privadas, a punir condutas ofensivas que muitas vezes são desconsideradas na esfera pública.

As multas dos demais membros do cartel que não sejam contemplados pela imunidade do programa de leniência, será ωF em que $\omega \in (0,1)$. O ω será portanto o nível de desconto concedido aos demais cartelistas que decidam confessar a prática posteriormente ao início de um processo.

Tal variável, vista isoladamente, tem no modelo uma propriedade de reduzir o valor presente da expectativa de punição e nesse sentido torna mais incentivo-compatível a concretização de cartéis. Há razões de política antitruste para adoção de tal instrumento, que corresponde ao Termo de Compromisso de Cessação, previsto no art. 85 da Lei de Defesa da Concorrência no Brasil. Segundo RUFINO, 2016:

A autoridade, por sua vez, extrai vantagens de delações em sequência através do fortalecimento da acusação aos membros do cartel que optem pelo silêncio, ou mais importante, que se atrasem nas corridas pela delação deflagradas desde a primeira leniência firmada. A cada delação em um mesmo caso, corrobora-se o que dito anteriormente, amplia-se o conjunto de provas disponíveis por meio de inéditos documentos e informações trazidos em colaboração pelo novo delator e, efetivamente, aumentam-se os custos associados à opção pelo silêncio em toda a cadeia de infratores: o risco de não ser o primeiro é amplificado pela completa desestruturação de um esquema ilícito que venha a ser denunciado por diversos delatores.

O desconto dos representados não signatários de leniência é dado por $\omega = \frac{n-1+\theta}{n}$, em que n é o número de firmas na indústria em estudo e θ é o parâmetro de desconto da leniência, para a primeira empresa a delatar o cartel. Assume o valor 0 para leniência total e 1 quando não há leniência anterior. Em nossas simulações utilizamos três cenários: 4, 8 e 12 firmas. Os valores esperados de desconto no modelo original seriam 25%, 12,5% e 8%.

Assim, para a tomada de decisão sobre engajar-se em um arranjo colusivo, as firmas levarão em conta a comparação entre o lucro em competição e o lucro em cartel. Por sua vez o lucro em cartel deverá incorporar a expectativa de punição das firmas dependente dos seguintes fatores: σ , a probabilidade de serem punidas por investigações independentes do programa de leniência; γ , que representa o multiplicador de punição vis-à-vis os lucros auferidos em cartel; θ , o valor do desconto para o signatário de leniência; e ω , o percentual de desconto nas multas derivados da confissão posterior.

O programa de leniência possui efeitos contraditórios sobre os incentivos à cartelização. Segundo (CHANG; HARRINGTON, 2009a, p. 17): se, por um lado, a lógica de leniência traz um certo incentivo pernicioso ao reduzir a expectativa de multa do participante do cartel, seja por assinar acordo de leniência, que pode levar à isenção total da multa, ou seja por assinar acordos de colaboração com as autoridades, o que ao menos mitigará a punição pecuniária; por outro lado, o programa aumenta a probabilidade de punição, dado o eventual aumento da taxa

de colapso do cartel por iniciativa dos demais cartelistas na perspectiva de uma firma tomada individualmente. O primeiro fenômeno, pró-cartelização, é chamado de efeito anistia, ao passo que o segundo efeito, desejado pela política de repressão, é chamado corrida para a confissão .

Retomando a formalização do modelo, o efeito da anistia de punição do signatário da leniência reduz as multas pagas de σF , a probabilidade de ser detectado multiplicado pela magnitude da punição, para o valor θF , em que $\theta=0$, dado que o desconto para o signatário da leniência no Brasil, como em diversos países, é total. Já as multas dos signatários de compromisso de cessação, que não terão desconto total na multa, pagarão ωF quando punidos.

Se a multa F , reduzida por $\omega \in (0,1]$ e nulificada por $\theta=0$, tornam as punições mais brandas e incentivam a cartelização, o efeito do programa de leniência sobre a probabilidade de pagar multas o compensa de maneira mais que proporcional.

O efeito de corrida para confissão fará com que um número maior de cartéis entre em colapso devido à adesão de co-conspiradores ao programa de leniência, aumentando drasticamente o valor da variável σ .

Os efeitos contraditórios se retroalimentam e apontam para a forte preponderância do efeito desejado pela política, o colapso de cartéis, sobre seu efeito colateral, “baratear” a formação de cartéis com a expectativa de punições mais modestas. A composição e intensidade destes efeitos é o que irá criar os diferentes resultados da política de repressão a cartéis nos diversos cenários de simulação.

3.2. DETECÇÃO E PUNIÇÃO: O PROBLEMA DA AUTORIDADE ANTITRUSTE

Da perspectiva da autoridade antitruste a probabilidade de uma cartel pagar multas é composta pelas probabilidades de ocorrência de três eventos: o cartel é descoberto, a Autoridade Antitruste decide investigar e processar o cartel, e, por fim, a acusação é bem sucedida em colher provas e promover a condenação (CHANG; HARRINGTON, 2009a, p. 6).

A probabilidade de o cartel vir ao conhecimento da autoridade antitruste é denotada por q e considerada exógena ao modelo. Aqui estão contempladas denúncias de empregados, vítimas do cartel ou mesmo evidência encontrada em processos de fusão. O trabalho original utiliza como $q=0,2$, que denota 20% de probabilidade de um cartel ser descoberto. Na construção dos cenários de choque de detecção de cartel derivado do programa de filtros econômicos utilizamos os parâmetros de $q=0,05$ e $q=0,5$, respectivamente, na ausência e presença de tal tecnologia.

A variável sujeita ao controle da Autoridade Antitruste é r , que, no modelo utilizado, representa a fração de casos que é objeto de investigação e persecução, dentro do universo de casos submetidos ao seu conhecimento.

Finalmente, após definir a fração de cartéis de que a Autoridade Antitruste toma conhecimento q e a proporção r que efetivamente se tornam casos investigados, estabelece-se a variável s como a taxa de condenação efetiva. A variável s é dependente do estoque de casos submetidos à Autoridade Antitruste. Aqui está contemplado o conceito intuitivo de que o acúmulo de casos leva a uma perda de eficiência na persecução de cartéis. Essa formulação da probabilidade de condenação absorve a limitação de capacidade da Autoridade Antitruste, que dispõe de recursos finitos para a consecução de suas atividades.

Assume-se então que $s = p(\lambda L + R)$ em que $\lambda \in [0,1]$. As variáveis L e R representam a massa de processos respectivamente no âmbito do programa de leniência ou derivados de investigações *ex officio*, e p a função probabilidade de sucesso de condenação do conjunto de casos. O parâmetro λ é um deflador que reflete o quanto proporcionalmente um caso reportado em leniência consome menos recursos que uma investigação autônoma. Na construção dos cenários utilizamos como deflador $\lambda = 0,5$.

Disso deriva que a probabilidade σ percebida pelas firmas de que virão a pagar multas é dada por $\sigma = q \cdot r \cdot s = q \cdot r \cdot p(\lambda L + R)$.

Os autores propõem uma forma funcional que absorve a natureza decrescente de s em função de um dado r escolhido pela Autoridade Antitruste dada por:

$$p(\lambda L + R) = \frac{\tau}{\xi + v(\lambda L + R)^\rho}$$

O parâmetro $v > 0$ é o estoque de casos e $\rho > 1$ é um parâmetro que permite que a função que relaciona a probabilidade de condenação seja inicialmente côncava, representando ganhos de eficiência de escala na condução de casos, até um ponto de inflexão, a partir do qual a saturação dos recursos disponíveis leva a uma taxa de condenação decrescente em função do estoque de casos.

Os parâmetros τ e ξ foram introduzidos pelos autores por conveniência matemática, e não podem ser expressados, tomados um a um, em conceitos intuitivos sobre a tomada de decisão da Autoridade Antitruste. Em conjunto, determinam a forma da curva de probabilidade de condenação em função do estoque de casos e de ganhos de escala. Assim, a curva seria decrescente a partir de perdas de escala em algum ponto.

A política de repressão a cartéis é expressa na forma de tomada de decisão da Autoridade Antitruste em r , ou seja, na proporção de casos de que toma conhecimento que decide deflagrar uma investigação completa. Essa escolha sobre o quão agressiva a política de abertura de casos se concretiza impacta na variável σ , que designa a probabilidade de a firma cartelista vir a pagar multas. Por sua vez, a alteração da variável σ irá alterar a taxa de formação de cartéis calculada pelo modelo. Assim o parâmetro r impacta a variável σ , que por sua vez impacta a taxa de cartéis presentes na economia.

Assumimos que $r = 0,3$, que utilizaremos na construção dos cenários de simulação a serem detalhados em capítulo próprio adiante, e variamos q para captar a alteração do que descrevemos como choque na tecnologia de detecção de cartéis.

3.3. TAXA DE FORMAÇÃO CARTÉIS E AS CARACTERÍSTICAS DA POLÍTICA ANTITRUSTE ÓTIMA

O modelo de Harrington e Chang, 2009a, formaliza o processo de realização estocástica de criação e colapso de cartéis na presença de uma Autoridade Antitruste que tanto inicia investigações espontâneas quanto recebe denúncias por meio de um programa de leniência.

Neste capítulo será traçado o panorama dos passos de cálculo da taxa oculta de cartel, que representa o número de cartéis presentes em uma economia hipotética, representado por $1 - \tilde{\beta}$, bem como a proporção de cartéis revelados por leniência sobre o total de cartéis investigados, que serão utilizados para discutir os resultados da introdução de um choque de tecnologia de detecção de cartéis em diversos cenários.

Para um dado σ , que representa a probabilidade de um cartel ser punido, o primeiro passo é resolver os valores que são compatíveis com a cartelização e seus incentivos para a distribuição de tipos de indústria dado por η . O parâmetro η denota o inflator do lucro para as firmas que traírem o cartel, e aqui assume uma distribuição log-normal com média 1 e variância 1,5. Calcula-se a taxa de cartel em equilíbrio $C(\sigma)$ para um dado σ , dada a distribuição contínua dos tipos de indústria assim identificados.

Deriva-se a taxa de condenação em equilíbrio dada por s^* , em função de $p(\lambda L + R)$. L e R são a massa de casos processados pela autoridade antitruste, L para leniência e R para investigações *ex officio*. Seu valor é função do volume de cartel existente $C(\sigma)$.

O resultado s^* será um ponto definido por $s^* = p(\lambda L(C(\sigma)) + R(C(\sigma)))$. O modelo descreve a taxa de condenação em função do estoque de casos da Autoridade Antitruste.

A taxa de condenação e a taxa de formação de cartel na economia se retroalimentam. Quanto mais alta a taxa de condenação, maiores os incentivos à adesão ao programa de leniência e menor o volume de cartéis na economia. Ao mesmo tempo quanto maior o número de casos no estoque da Autoridade Antitruste, recursivamente, menor a probabilidade de sucesso na condenação de cartéis, em função da perda de eficiência pelo excesso de casos.

Para cada tipo η de indústria, os incentivos à colusão existem se a realização do lucro π for suficientemente alto. Haverá, portanto, um ponto para cada tipo de indústria a partir do qual o cartel acontecerá.

Os autores definem W^o o lucro realizado no horizonte de tempo pela firma quando não cartelizada e Y^o aquele derivado da atuação em cartel. Assumindo k a probabilidade de uma empresa entrar em conluio, temos que uma dada empresa possui um espectro de π ao longo do

qual ela ora não está cartelizada, ora está cartelizada. Seus ganhos seriam então expressados como segue:

$$W^o = (1-k) (\alpha \mu + \delta W^o) + k Y^o \quad (I)$$

Os ganhos da firma serão então a soma de seus ganhos quando não cartelizada $\alpha\mu$ acrescida dos ganhos futuros W^o descontados temporalmente por δ , e os ganhos de estar cartelizada Y , cada um dos termos multiplicado pela respectiva probabilidade de ocorrência $(1-k)$ e k .

A probabilidade k absorve a propensão ao cartel de uma firma segundo características não relacionadas aos incentivos econômicos de aderir a tais práticas, como a moralidade ou não aversão a riscos dos executivos – existência de executivos dispostos a cometer tais delitos – bem como a facilidade de comunicação – meios de contato entre potenciais cartelistas como associações empresariais, feiras e encontros periódicos, joint-ventures e diretorias cruzadas. Estas últimas características, embora lícitas, criam condições de comunicação e até mesmo de elos de confiança entre executivos de firmas rivais que impactam na emergência de cartéis quando economicamente compatíveis.

Tais circunstâncias são intrínsecas ao ambiente econômico e, apesar de decisivas para que uma firma se envolva em combinações ilícitas, não guardam, por si, relação com os incentivos econômicos associados a esta prática. O parâmetro do modelo se presta a separar aquilo que é dado pelas circunstâncias exógenas aos incentivos econômicos, que por sua vez residem na comparação entre as perdas e ganhos esperados da prática de cartel.

Para $W = (1-\delta) W^o$ e $Y = (1-\delta) Y^o$; multiplicam-se os termos de (I) por $(1-\delta)$ e rearranja-se em:

$$W = \frac{(1-k)(1-\delta)\alpha\mu - kY}{1-\delta(1-k)}$$

O ganho de se estar cartelizado será então a diferença entre os ganhos nos dois estados, $Y-W$.

Os autores descrevem então a construção da restrição de compatibilidade de incentivos para a prática de cartel, introduzindo na equação dos ganhos de cartel a ponderação da probabilidade do pagamento de multas, seja pela detecção espontânea por parte da autoridade antitruste, seja pelo colapso do cartel seguido de acordo de leniência. Temos assim a equação II:

$$(1-\delta) \pi + \delta[(1-\sigma)Y + \sigma(W - \gamma(Y - \alpha\mu))] \geq (1-\delta) \eta \pi + \delta[W - \min\{\sigma, \theta\} \gamma(Y - \alpha\mu)] \quad (II)$$

A restrição de compatibilidade de incentivos nos dá então, do lado esquerdo da equação, os ganhos de estar cartelizado e não pedir leniência quando o cartel entra em colapso e, do lado

direito, os ganhos de trair o cartel para aderir ao programa de leniência. Reorganizando II em função de π e incorporando I, temos:

$$\pi = \frac{\left(\frac{\delta(1-\sigma)(1-k)(1-\delta)(Y-\alpha\mu)}{1-\delta(1-k)} \right) - \delta[\sigma - \min\{\sigma; \theta\}]\gamma(Y-\alpha\mu)}{(1-\delta)(\eta-1)} \equiv \Phi(Y, \sigma, \eta)$$

Segundo os autores, em equilíbrio teremos duas situações: ou determinado cartel é estável e nenhuma das empresas utiliza o programa de leniência; ou determinado cartel entra em colapso e todas as empresas aderem ao programa de leniência ao mesmo tempo, desde que a multa esperada neste caso seja inferior. Essa simplificação garante a tratabilidade analítica do problema, uma vez que tratar as decisões das firmas de maneira heterogênea introduziria um elemento a mais de complexidade.

O modelo foi concebido para simular vários valores distintos de θ , ou seja, vários deflatores possíveis para a multa do beneficiário de um acordo de leniência. No caso brasileiro, o multiplicador da multa será zero, dado que no programa brasileiro de leniência a anistia é total.

É proposto um processo estocástico de formação e colapso de cartéis definido por $\Phi(\sigma, \eta)$, em que os parâmetros são a oportunidade de cartelizar k , as condições do mercado η , α e π , bem como as condições de detecção σ , punição s e dimensão da multa γ .

Na construção dos cenários que discutiremos a seguir, simulamos as consequências da variação de tecnologia de detecção para diferentes valores da multa γ , competição α e número de firmas em uma indústria.

Os autores propõem que para uma distribuição contínua de tipos de indústria η , algumas estarão cartelizadas no período inicial enquanto outras não. Caso elas não estejam cartelizadas no período inicial, podem vir a se cartelizar com probabilidade $kH(\Phi^*(\sigma, \eta))$. Para as que estavam cartelizadas, a probabilidade de que se mantenham cartelizadas é $(1-\sigma)H(\Phi^*(\sigma, \eta))$, em que σ é a probabilidade do cartel vir a ser punido.

A distribuição estacionária da indústria não cartelizada será dada por:

$$\beta(\eta) = \beta(\eta)[(1-k)+k(1-H(\Phi^*))]+k\sigma H(\Phi^*) + [1-\beta(\eta)][(1-H(\Phi^*))+\sigma H(\Phi^*)]$$

A equação acima descreve a fração $1-k$ de indústrias que permanecerão não cartelizadas somada ao conjunto em que não se verifica a compatibilidade de incentivos com a formação de cartel $k(1 - H(\Phi^*))$ e o conjunto de cartéis que foram detectados $k\sigma H(\Phi^*)$.

A taxa de formação de cartel será então dada pela integração da distribuição de tipos de indústria $\eta \in (\underline{\eta}, \bar{\eta})$. Nas simulações computacionais, como se pode consultar no código transcrito no ANEXO II, utilizou-se uma distribuição log-normal de média 1 e variância 1,5. A taxa de formação de cartel em função da probabilidade de detecção será então:

$$C(\sigma) = \int_{\underline{\eta}}^{\bar{\eta}} \left[\frac{k(1 - \sigma)H(\Phi(\sigma, \eta))}{1 - (1 - k)(1 - \sigma)H(\Phi(\sigma, \eta))} \right] g(\eta) d\eta$$

Após estabelecer a taxa de formação de cartel em equilíbrio, o modelo proposto pelos autores descreve a massa de cartéis processados por leniência L e a massa de cartéis processados por investigações *ex officio* R .

A taxa de cartel influencia a massa de cartéis processados ($L + R$). Parte dos cartéis da economia não serão processados e se manterão, da formação ao colapso, como eventos ocultos.

Sendo o caso brasileiro $\theta=0$, poderíamos concluir que os cartéis em colapso sempre terão interesse em solicitar tal benefício e reportar o caso à Autoridade Antitruste. Em tese, para uma mesma multa, a análise dos incentivos para reportar um cartel em colapso seria fruto da comparação entre o risco de punição, a depender de q (tecnologia de detecção), r (percentual de casos conhecidos processados), s (taxa de sucesso em condenações) e o multiplicador de desconto para o beneficiário de leniência θ , que, por definição, para o caso brasileiro, é zero. Ocorre que o modelo resolve a taxa de cartéis ($C(\sigma)$), L e R sem uma formulação de igualdade $C = L + R$. Haverá casos em que σ tenderá a zero e os cartéis não serão reportados, o que parece corresponder à intuição sobre o comportamento de cartéis.

A massa de cartéis investigados por leniência e por investigações *ex officio* em função da taxa de cartel na economia $C(qrs)$ serão dados por:

$$L(\sigma) = \begin{cases} 0, & qrs \leq \theta \\ \int_{\underline{\eta}}^{\bar{\eta}} (1 - H(\Phi^*(qrs, \eta))) \left[\frac{k(1 - \sigma)H(\Phi^*(qrs, \eta))}{1 - (1 - k)(1 - qrs)H(\Phi(qrs, \eta))} \right] g(\eta) d\eta, & qrs > \theta \end{cases}$$

e

$$R(\sigma) = \begin{cases} qr \int_{\underline{\eta}}^{\bar{\eta}} \left[\frac{k(1-\sigma)H(\Phi^*(qrs, \eta))}{1 - (1-k)(1-qrs)H(\Phi(qrs, \eta))} \right] g(\eta) d\eta, & qrs \leq \theta \\ qr \int_{\underline{\eta}}^{\bar{\eta}} H(\Phi^*(qrs, \eta)) C(qrs, \eta) g(\eta) d\eta, & qrs > \theta \end{cases}$$

No sistema de equações para L, temos que os casos em que $qrs < \theta$ não há incentivos para a realização de leniência. Na presença de tais incentivos, a probabilidade de colapso interno dos cartéis $1-H(\Phi^*(qrs, \eta))$ e a massa de cartéis determinam a integração ao longo dos diferentes tipos de indústria η .

No segundo sistema de equações, temos que os cartéis derivados de investigação *ex officio* serão uma fração q (taxa de detecção) e r (taxa de abertura de casos) do total de cartéis. Quando há incentivos, temos na segunda equação do sistema, que a fração qr será aplicada sobre a massa de cartéis estáveis: $H(\Phi^*(qrs, \eta))$.

Neste ponto do desenvolvimento do modelo, estão estabelecidos os resultados de equilíbrio da interação entre autoridade antitruste e o conjunto de indústrias de uma economia hipotética. Podemos destacar como as variáveis de interesse para um formulador de política de repressão a cartéis: taxa de cartel C , massa de casos derivados do programa de leniência L e massa de casos derivados de investigações autônomas R .

O próximo passo dos autores é discutir o que caracteriza uma política antitruste ótima. Sendo r a fração de casos potencialmente investigados a respeito dos quais a autoridade decide deflagrar uma investigação completa, que poderíamos conceitualmente interpretar como o quão agressiva é sua política de investigação, o problema da Autoridade Antitruste seria escolher $r \in [0,1]$ capaz de minimizar a função $C(qrs^*(r))$.

Pondera-se que uma Autoridade Antitruste benevolente deveria ter como objetivo a minimização da taxa de cartel C , mas que um resultado de tal forma não mensurável não seria adotado como métrica de desempenho facilmente. Uma medida mais provável de sucesso de uma Autoridade Antitruste seria a proporção de casos bem-sucedidos.

O modelo considera que casos oriundos de leniência são sempre bem-sucedidos, ao passo que os casos derivados de investigação terão uma taxa de sucesso s .

Uma das conclusões apresentadas pelo trabalho original é que a introdução de um programa de leniência pode levar a uma drástica redução da agressividade da política antitruste, consubstanciada na escolha de um r subótimo. Isso se dá porque a Autoridade Antitruste passaria a ter uma taxa de sucesso em seus casos bastante elevada com a introdução dos casos derivados do programa de leniência em seu estoque.

Assim a escolha de r pela Autoridade Antitruste teria como objetivo mais provável maximizar o valor de $L + sR$, colocados em função da escolha de r temos a seguinte expressão: $L(qrs^*(r) + s^*(r)R(qrs^*(r))$.

De fato, tanto a proporção de casos condenados quanto o êxito da manutenção de decisões condenatórias são parte do balanço público das atividades do CADE.¹¹, o que confirma parte da premissa dos autores quanto ao papel do êxito como elemento de comunicação de desempenho para a opinião pública.

Por outro lado, como descrito no capítulo introdutório, está em curso substancial investimento em técnicas de detecção de cartéis, o que autoriza o uso da otimização da função não em função da maximização de $L(qrs^*(r) + s^*(r)R(qrs^*(r))$, mas da minimização de $1 - \hat{\beta}$, a taxa de cartéis na economia, nas análises dos resultados em capítulo específico.

Os valores das equações de C , L e R acima apresentadas dependem de se resolver o modelo para o ponto fixo s^* em função de r , uma vez que os demais parâmetros da atuação da Autoridade Antitruste, r e q , são exógenos ao modelo. Esse ponto fixo satisfaz as seguintes condições:

$$s = \begin{cases} p(qrC(qrs)), & qrs \leq \theta \\ p(\lambda \int_{\underline{\eta}}^{\bar{\eta}} (1 - H(\Phi^*(qrs, \eta))) C(qrs, \eta) g(\eta) d\eta + \\ qr \int_{\underline{\eta}}^{\bar{\eta}} H(\Phi^*(qrs, \eta)) C(qrs, \eta) g(\eta) d\eta & qrs > \theta \end{cases}$$

O resultado do modelo nos fornece para cada um dos cenários os valores relativos à política antitruste e seu resultado simulado para determinada configuração. A formação dos 24 cenários está descrita no próximo capítulo e seus respectivos resultados estão consolidados na tabela do ANEXO II – RESULTADOS .

R	s*	p(s*)		L^*	R^*	AA*	1- β̂	duration	l-duration	r-duration
0,10000	0,89648	0,89650	0,00448	0,00201	0,00053	0,00249	0,10882	73,6940	36,25920	74,42630
0,20000	0,86133	0,86170	0,00861	0,00193	0,00098	0,00278	0,10033	51,81110	29,06230	52,25710
0,30000	0,83203	0,83190	0,01248	0,00185	0,00137	0,00299	0,09323	41,05010	24,86620	41,3780
0,40000	0,80664	0,80638	0,01613	0,00178	0,00171	0,00316	0,08717	34,53730	22,04540	34,79760
0,50000	0,78516	0,78451	0,01963	0,00171	0,00200	0,00328	0,08187	30,08380	19,98270	30,29940

¹¹ Veja-se que a estatística de êxito judicial do CADE está entre 70 – 80 % e ilustra o argumento dos autores. Fonte: consulta realizada em 10/10/2016 ao balanço do CADE de 2015 em <http://www.cade.gov.br/servicos/imprensa/balancos-e-apresentacoes/balanco-2015.pdf>

0,60000	0,76563	0,76562	0,02297	0,00165	0,00227	0,00338	0,07721	26,83940	18,41320	27,02290
0,70000	0,75000	0,74948	0,02625	0,00158	0,00250	0,00346	0,07297	24,3050	17,1360	24,4640
0,80000	0,73633	0,73561	0,02945	0,00152	0,00270	0,00351	0,06912	22,27930	16,08490	22,41880
0,90000	0,72266	0,72349	0,03252	0,00146	0,00289	0,00355	0,06566	20,65430	15,22810	20,7780
1,00000	0,70898	0,70854	0,03545	0,00147	0,00308	0,00365	0,06309	19,21710	14,18630	19,33710

Tabela 1- Exemplo de resultados de um cenário

Nas primeiras colunas, temos s^* , ponto na curva que descreve s em função de r , como descrito acima, σ^* , indica a probabilidade de punição de um cartel, a massa de cartéis revelados por Leniência e investigações *ex officio* L^* e R^* , a escolha ótima de r após a otimização AA^* em função da maximização da taxa de sucesso de casos e não da minimização da taxa de cartel.

Nas últimas colunas da tabela de resultados temos a principal variável de análise, o valor da taxa de cartéis na economia $1 - \beta$, seguido da informação do número médio de períodos de duração dos cartéis revelados por leniência e investigações: Duration, “L-duration” e “R-duration”. Estes últimos atributos indicam o número médio de rodadas do jogo entre cartelistas até que a traição do cartel seja a estratégia dominante, no caso de “L-duration”, e até que a detecção seja bem sucedida, caso do “R-duration”, e “Duration” a duração média de cartéis.

A construção dos cenários e discussão dos resultados serão explorados no próximo capítulo.

3.4. CALIBRAÇÃO DO MODELO E FORMULAÇÃO DE CENÁRIOS DE ANÁLISE

O modelo utilizado no presente estudo não possui variáveis reais e, portanto, não pode ser propriamente calibrado. A manipulação dos parâmetros que será descrita neste capítulo tem como o objetivo criar cenários, fatos estilizados de características de indústrias para analisar as consequências da introdução de uma tecnologia de detecção de cartéis por parte da Autoridade Antitruste.

O modelo foi ajustado para diferentes valores dos parâmetros γ , α , n e q .

Para γ , que designa a relação entre a multa esperada e o valor auferido em lucros adicionais pela participação do cartel, foram utilizados valores da calibração original do código $\gamma=0,5$ e acrescentamos um cenário alternativo $\gamma=1,0$.

Em relação ao parâmetro α , trata-se do multiplicador no intervalo de $[0,1)$ que reflete o grau de competição de uma Indústria. Recapitula-se que π é o lucro quando todas as empresas estão em conluio, $\eta\pi$ o grau de propensão à traição do cartel, dado que η representa os ganhos da firma que trai o cartel no momento em que os demais ainda sustentam a colusão. Portanto, $1 - \alpha$ indica o quanto uma determinada indústria está naturalmente próxima do preço de monopólio.

Poderíamos conjecturar uma indústria em que α próximo a zero representa um cenário de baixa rivalidade natural, sem necessidade de conluio, como altas barreiras à entrada, estabilidade e previsibilidade de oferta e demanda, poucas firmas, baixa inovação tecnológica, entre outras características de uma indústria pouco competitiva. O parâmetro afeta diretamente os incentivos a cartelizar (quanto mais baixo, mais provável o conluio) e, uma vez em cartel, os ganhos futuros caso a firma decida trair e aderir ao programa de leniência (quanto mais baixo, menos provável o colapso e a leniência).

O parâmetro n designa o número de firmas em uma indústria. Ele assume valores que calibram a probabilidade de desconto para as empresas não beneficiadas pelo programa de leniência ω . Foram utilizados os valores de 4, 8 e 12 firmas em cada indústria para a construção dos diferentes cenários. Os valores esperados de desconto no modelo original seriam 25%, 12,5% e 8%.

No entanto, esses valores não seriam consistentes com a realidade brasileira, que concede descontos mais substanciais para as firmas que se comprometem a cessar a conduta e antecipar a multa.

O Regimento Interno do CADE, Resolução 01/2012, ao regulamentar o artigo 85 da Lei nº 12.529/2011, estabelece as faixas de desconto para compromissários e concede incentivos

para empresas que realizam leniência para outras conspirações não conhecidas pela autoridade antitruste, figura conhecida como leniência *plus*. Na expressão da norma:

Art. 187. A análise da contribuição pecuniária nas propostas de TCC realizadas nos termos do art. 186 deste Regimento Interno levará em consideração a amplitude e utilidade da colaboração do compromissário com a instrução processual e o momento de apresentação da proposta, observados, quando possíveis de estimação e caso seja celebrado o TCC, os seguintes parâmetros:

I – redução percentual entre 30% e 50% da multa esperada para o primeiro Representado que requerer TCC no âmbito da investigação de uma conduta;

II – redução percentual entre 25% e 40% da multa esperada para o segundo Representado que requerer TCC no âmbito da investigação de uma conduta; e

III – redução percentual de até 25% da multa esperada para os demais Representados que requererem TCC no âmbito da investigação de uma conduta.

(...)

Art. 209. (...)

§3º Na hipótese de o signatário do Novo Acordo de Leniência também ser requerente de compromisso de cessação com relação à prática investigada no procedimento investigativo referente ao Acordo de Leniência Original, o benefício previsto no §1º deste artigo será aplicado de modo antecedente aos descontos previstos no artigo 187 deste Regimento Interno, resultando nas seguintes faixas de descontos totais:

I – redução percentual de 53,33% até 66,67% da multa esperada para o primeiro Representado que requerer TCC no âmbito da investigação da conduta objeto do procedimento administrativo referente ao Acordo de Leniência Original;

II – redução percentual de 50% até 60% da multa esperada para o segundo Representado que requerer TCC no âmbito da investigação da conduta objeto do procedimento administrativo referente ao Acordo de Leniência Original; e

III – redução percentual de até 50% da multa esperada para os demais Representados que requererem TCC no âmbito da investigação da conduta objeto do procedimento administrativo referente ao Acordo de Leniência Original.

Assim, adaptamos a fórmula original para $\omega = \frac{n-2+\theta}{n}$, o que leva a descontos esperados médios de 75%, 37% e 25% para indústrias de 4, 8 e 12 firmas respectivamente. A fórmula original leva a resultados muito baixos para os cenários de 8 e 12 indústrias.

Optamos então por calibrar os modelos de maneira diferente para cada cenário, com uma expressão de 50 % de desconto médio. Para 4 firmas, mantivemos $\omega = \frac{n-2+\theta}{n}$, mas para 8

firmas utilizamos a equação ajustada $\omega = \frac{n-4+\theta}{n}$, e, por fim, para 12 firmas a fórmula do desconto esperado em compromisso de cessação seria $\omega = \frac{n-6+\theta}{n}$.

Para a tomada de decisão sobre engajar-se em um arranjo colusivo, as firmas levarão em conta a comparação entre o lucro em competição e o lucro em cartel. Por sua vez o lucro em cartel deverá incorporar a expectativa de punição das firmas dependente dos seguintes fatores: σ , a probabilidade de serem punidas por investigações independentes do programa de leniência; γ , que representa o multiplicador de punição vis-à-vis os lucros auferidos em cartel; θ , o valor do desconto para o signatário de leniência; e ω , o percentual de desconto nas multas derivados da confissão posterior.

O quarto parâmetro de ajuste é q e designa a probabilidade de um caso ser descoberto pela Autoridade Antitruste sem o uso do programa de leniência. A construção do conjunto de cenários acima, para cada uma das 12 possibilidades de combinação de $\gamma \in \{0,5; 1,0\}$, $\alpha \in \{0,1; 0,6\}$, $n \in \{4; 8; 12\}$ temos uma versão com e sem o choque de tecnologia. Caracterizamos o choque de tecnologia como uma mudança no parâmetro $q = 0,05$ e $q=0,5$. O valor utilizado pelas simulações anteriores dos autores foi 0,2.

Os valores escolhidos não representam uma calibração empírica do modelo, no sentido de que não reflete a mensuração dessas características na economia brasileira., O propósito é criar um conjunto de cenários que permitam explorar no campo teórico, problemas concretos da política de repressão a cartéis. Pretender esse ajuste de parâmetros a dados empíricos seria ignorar, o fato de que cartéis são um fenômeno por definição não observável]. Construimos os cenários drasticamente diferentes em relação ao parâmetro q para caracterizar o choque tecnológico e explorar as seguintes hipóteses de pesquisa:

1. Indústria com maior número de empresas (12) terão maior propensão a reagir ao choque de tecnologia em comparação com uma indústria oligopolizada (8 ou 4 empresas).
2. Indústria com baixo grau de competição terão maior propensão a reagir ao choque de tecnologia em comparação com indústrias de alta competição.
3. Indústria em um ambiente de expectativas de multas mais elevadas terá maior propensão a reagir ao choque de tecnologia? Montante da multa importa?
4. A proporção de casos derivados do programa de leniência irá reduzir em relação ao estoque de casos da Autoridade Antitruste após o choque de tecnologia de detecção.

O primeiro grupo de cenários, tem como parâmetro uma multa esperada para os cartelistas punidos de 50% do valor dos ganhos do cartel, portanto $\gamma = 0,5$. Os cenários são identificados com letras e números. As letras a e c identificam os cenários respectivamente de alta e baixa competição sem o choque de tecnologia. Já os cenários b e d também representam os cenários com choque de tecnologia. Os números identificam a calibração de f, ou seja, o número de firmas (4, 8 ou 12) em dada simulação.

	Sem choque ($q=0,05$)	Com choque ($q=0,5$)
Indústria de alta competição	$a_1 (\gamma = 0,5; \alpha=0,1 ;n=4; q=0,05)$	$b_1(\gamma = 0,5; \alpha=0,1 ;n=4; q=0,5)$
	$a_2 (\gamma = 0,5; \alpha=0,1 ;n=8; q=0,05)$	$b_2(\gamma = 0,5; \alpha=0,1 ;n=8; q=0,5)$
	$a_3 (\gamma = 0,5; \alpha=0,1 ;n=12; q=0,05)$	$b_3(\gamma = 0,5; \alpha=0,1 ;n=12; q=0,5)$
Indústria de baixa competição	$c_1(\gamma = 0,5; \alpha=0,6 ;n=4; q=0,05)$	$d_1(\gamma = 0,5; \alpha=0,6 ;n=4; q=0,5)$
	$c_2(\gamma = 0,5; \alpha=0,6 ;n=8; q=0,05)$	$d_2(\gamma = 0,5; \alpha=0,6 ;n=8; q=0,5)$
	$c_3(\gamma = 0,5; \alpha=0,6 ;n=12; q=0,05)$	$d_3(\gamma = 0,5; \alpha=0,6 ;n=12; q=0,5)$

Quadro 2 - Cenário de multa inferior

A mesma lógica se aplica ao segundo grupo de cenários. Estes tem como parâmetro 100% do valor dos ganhos do cartel, portanto $\gamma = 1,0$. Os cenários são identificados também com letras e números. As letras “e” e “g” identificam os cenários respectivamente de alta e baixa competição sem o choque de tecnologia, ou seja, $q=0,05$. Já os cenários “f” e “h” representam os cenários com choque de tecnologia. Os números identificam a calibração de f, ou seja, o número de firmas em dada simulação. A calibração utilizada no artigo que inspirou este estudo é $\gamma = 1,0$ (CHANG; HARRINGTON, 2009a, p. 6).

	Sem choque ($q=0,05$)	Com choque ($q=0,5$)
Indústria de alta competição	$e_1 (\gamma = 1,0; \alpha=0,1 ;n=4; q=0,05)$	$f_1 (\gamma = 1,0; \alpha=0,1 ;n=4; q=0,5)$
	$e_2 (\gamma = 1,0; \alpha=0,1 ;n=8; q=0,05)$	$f_2 (\gamma = 1,0; \alpha=0,1 ;n=8; q=0,5)$
	$e_3(\gamma = 1,0; \alpha=0,1 ;n=12; q=0,05)$	$f_3(\gamma = 1,0; \alpha=0,1 ;n=12; q=0,5)$
Indústria de baixa competição	$g_1 (\gamma = 1,0; \alpha=0,6 ;n=4; q=0,05)$	$h_1 (\gamma = 1,0; \alpha=0,6 ;n=4; q=0,5)$
	$g_2 (\gamma = 1,0; \alpha=0,6 ;n=8; q=0,05)$	$h_2 (\gamma = 1,0; \alpha=0,6 ;n=8; q=0,5)$
	$g_3(\gamma = 1,0; \alpha=0,6 ;n=12; q=0,05)$	$h_3(\gamma = 1,0; \alpha=0,6 ;n=12; q=0,5)$

Quadro 3- Cenário de multa proporcional aos ganhos

Abaixo estão sintetizados graficamente a formação dos 24 cenários, 12 sem o choque de tecnologia e 12 com o choque de tecnologia, que compõem este estudo:

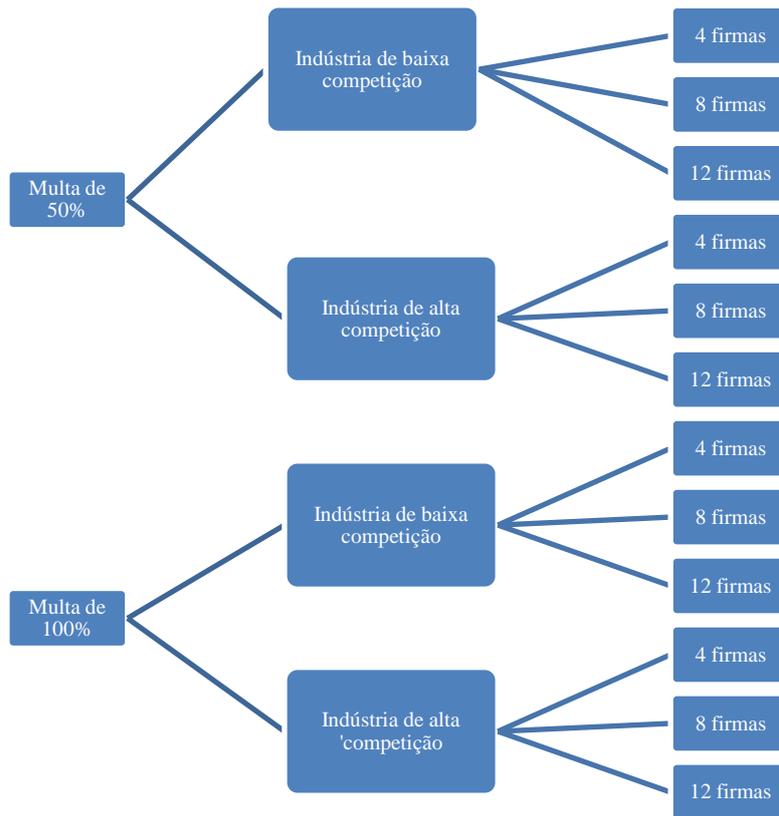


Figura 3 - Árvore de cenários de simulação

As variações de cenários foram elaborados para permitir a análise das hipóteses, por confirmação ou refutação, elaboradas no presente estudo.

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão descritos os resultados dos modelos de simulação a partir das hipóteses estabelecidas.

4.1. HIPÓTESE 1 - INDÚSTRIA COM MAIOR NÚMERO DE EMPRESAS (12) TERÁ MAIOR PROPENSÃO A REAGIR AO CHOQUE DE TECNOLOGIA DE DETECÇÃO DE CARTÉIS EM COMPARAÇÃO COM UMA INDÚSTRIA OLIGOPOLIZADA (8 OU 4 EMPRESAS).

Não foram identificadas diferenças nos valores, nem antes nem após o choque de tecnologia de detecção de cartéis, para as diferentes variações do número de firmas em dada indústria. Esse resultado se explica por dois fatores: a maneira como o jogo do cartel foi modelado e a forma como se calibrou o modelo neste experimento.

Um formulação mais completa do dilema do prisioneiro deveria absorver que o receio de ser traído via acordo de leniência deveria ter uma relação crescente com o número de participantes do cartel. Aqui a limitação pode ser identificada como da própria técnica de horizonte infinito, em que os ganhos dos atores são modelados como presentes ou presentificados a partir de um fator de desconto dos ganhos futuros, mas não contempla uma interação dinâmica entre agentes.

Da distribuição estacionária β (η) derivam-se de maneira iterativa a distribuição de formação de cartéis em função da probabilidade de detecção $C(\sigma)$, para então se calcular as massas de casos revelados por leniência e aquela fruto de investigações *ex officio* $L(\sigma)$ e $R(\sigma)$. O último passo é retornar o $\hat{\beta}$, sendo $1 - \beta$ o resultado de interesse.

Veja-se que os valores são construídos a partir da integração das equações de maximização ao longo das quais estão os pontos em que há incentivos ou não para cartelizar e, em cartel, incentivos para trair. A técnica escolhida impõe que, ao entrar em colapso, todas as empresas irão solicitar a leniência e o termo de compromisso de cessação com igual probabilidade.

Não há, portanto, uma interação dinâmica e portanto entre as firmas individualmente e o conjunto das cartelistas em que se poderia modelar os custos crescentes de complexidade de construção de consenso, monitoramento e punição associados ao crescimento de determinado grupo.

Mancur Olson, 1971, em seu trabalho fundador da teoria da ação coletiva, aborda os fortes incentivos para que cartéis sejam o menor grupo possível, ao mesmo tempo em que precisa dominar toda a demanda disponível sob pena de não ser efetivo. Destaca-se:

Notice that the interests that all of these diverse types of organizations are expected to further are for the most part common interests: the union members' common interest in higher wages, the farmers' common interest in favorable legislation, the cartel members' common interest in higher prices, the stockholders' common interest in higher dividends and stock prices, the citizens' common interest in good government. (OLSON, 1971, P. 7).

(...)

This means that each firm in an exclusive group must be sensitive to the other firms in the group, and consider the reactions they may have to any action of its own. At the same time, any group-oriented behavior in an exclusive group will usually require 100 per cent participation, so each firm in an industry is not only a rival of every other firm, but also an indispensable collaborator in any collusive action. Therefore, whenever any collusion, however tacit, is in question, each firm in the industry may consider bargaining or holding out for a larger share of the gains. The firm that can best guess what reaction other firms will have to each move of its own will have a considerable advantage in this bargaining. This fact, together with the desire of the firms in an industry to keep the number in that industry as small as possible, makes each of the firms in any industry with a small number of firms very anxious about the reactions other firms will have to any action it takes. (OLSON, 1971, p. 42)

Além de uma formulação da lógica de ação coletiva, um modelo mais refinado poderia introduzir características usualmente assimétricas que afetam decididamente tais interações como participações relativas no mercado, margem de lucro, capacidade ociosa, propensão ao risco, variáveis que podem afetar a tomada de decisão sobre formação e colapso de cartéis.

Essa parte, portanto, reflete mais uma limitação da técnica aplicada que propriamente uma falha no modelo. Se por um lado a limitação compromete a extensão de aspectos que podem ser abordados pelo modelo, por outro a simplicidade aumenta o poder de explicar e comunicar seus os resultados.

Ao largo da limitação do modelo, outra explicação para os resultados que se apresentam a respeito dessa hipótese reflete a forma como os valores de ω foram calibrados.

O desconto esperado para aqueles que aderem ao programa de acordos, no Direito Brasileiro conhecido como termo de cessação de conduta, poderia comportar valores decrescentes em função do número de participantes. Assim, cartéis com um número maior de participantes teriam uma propensão maior ao colapso, *ceteris paribus*, tendo em vista o impacto positivo que este ajuste teria nos ganhos relativos de trair o cartel em comparação com assumir o risco de um desconto menor quando da eventual punição.

Ocorre que as fórmulas de ω em função do número de firmas, em cada cenário, foram ajustados de maneira tal que sempre se tem uma expectativa de desconto de 50%, ou seja $\omega =$

0,5. Tal calibração foi tratada no capítulo 3.1. NASCIMENTO E MORTE DE CARTÉIS: O PROBLEMA DOS CARTELISTAS.

Nesse aspecto apresentam-se resultados inconclusivos, em parte por características do modelo, em parte em virtude da escolha das variáveis do experimento.

A superação das falhas no experimento que levaram a esses resultados inconclusivos, portanto, possível em estudos posteriores, poderiam permitir explorar tanto o aspecto do cartel como um problema de coordenação de ação coletiva, quanto aos descontos decrescentes de celebração de termo de compromisso de cessação.

4.2. HIPÓTESE 2 – INDÚSTRIA EM UM AMBIENTE DE EXPECTATIVAS DE MULTAS MAIS ELEVADAS TERÁ MAIOR PROPENSÃO A REAGIR AO CHOQUE DE TECNOLOGIA

Tem-se nesta hipótese uma formulação bastante intuitiva de que punições mais graves devem promover uma redução da ocorrência do ilícito, ao passo que certa condescendência com o ilícito alvo de proibição estaria relacionada a uma maior frequência de tal comportamento. No extremo, punições ínfimas poderiam atuar mais como estímulo do que como fator de inibição da conduta que se pretende coibir.

O método de aplicação de multas é um debate vivo na atual composição do Tribunal do Conselho Administrativo de Defesa Econômica. Apesar de não ser objeto central de discussão, há manifestações que tangenciam a eventual subpunição de cartéis no Brasil.

A divergência consiste essencialmente sobre método de cálculo de multas de cartéis. Alguns Conselheiros manifestam-se em defesa da formulação de um método de dosimetria que coloque a multa em função da vantagem auferida ou pretendida, ou ainda do dano causado. A defesa de tal posição foi exposta, em diversos casos, como em 08012.001029/2007-66, cartel internacional de perboratos, e 08012.002568/2005-51, cartel na revenda de gás liquefeito de petróleo no Estado do Pará. A discussão reside na interpretação dos seguintes artigos da lei:

Art. 37. A prática de infração da ordem econômica sujeita os responsáveis às seguintes penas:

I - no caso de empresa, multa de 0,1% (um décimo por cento) a 20% (vinte por cento) do valor do faturamento bruto da empresa, grupo ou conglomerado obtido, no último exercício anterior à instauração do processo administrativo, no ramo de atividade empresarial em que ocorreu a infração, a qual nunca será inferior à vantagem auferida, quando for possível sua estimação;

(..)

Art. 45. Na aplicação das penas estabelecidas nesta Lei, levar-se-á em consideração:

I - a gravidade da infração;

- II - a boa-fé do infrator;
- III - a vantagem auferida ou pretendida pelo infrator;
- (...)

Apesar de não ser o ponto central de divergência, está subjacente a discussão de dosimetria possibilidade de se incorrer em subpunição, e por essa razão construímos os cenários com fatos estilizados de multas proporcionais à vantagem auferida pelo cartel e multas defasadas em 50%, que consiste em calibrar γ em 1,0 e 0,5 respectivamente.

O resultado confirma a hipótese e é consistente com o que indica a intuição econômica, mas o choque de tecnologia promoveu um impacto mais expressivo que a alteração na dimensão da punição.

Para montar os cenários de comparação, vamos subtrair os cenários que diferem apenas quanto a aspecto de interesse, a variação de γ entre 0,5 e 1,0, nos contextos de antes e depois do choque de tecnologia de detecção de cartéis e nas indústrias de alta e baixa competição.

Para análise do efeito da mudança de regime de punição sobre a taxa de cartelização $1 - \hat{\beta}$ em um ambiente de alta competição e sem choque de tecnologia, compara-se o cenário $a_1(\gamma = 0,5; \alpha=0,1; n=4; q=0,05)$ e o cenário $e_1(\gamma = 1,0; \alpha=0,1; n=4; q=0,05)$, que nos informa uma redução bastante discreta na variável de interesse de apenas 1%.

Já o cenário $b_1(\gamma = 0,5; \alpha=0,1; n=4; q=0,5)$ em contraste $f_1(\gamma = 1,0; \alpha=0,1; n=4; q=0,5)$ informa um decréscimo de 10% da taxa de cartelização da economia derivado da alteração no regime de punição. O choque de tecnologia por si já produz uma redução de cerca de 10% para 4%, em regime de subpunição, e de 9% para 3% da indústria cartelizada, em regime de punições proporcionais.

Os resultados da mudança de regime de punição no contexto de baixa competição são mais expressivos. A comparação dos cenários $c_1(\gamma = 0,5; \alpha=0,6; n=4; q=0,05)$ e $g_1(\gamma = 1,0; \alpha=0,6; n=4; q=0,05)$ informam uma redução de 5% na taxa de cartelização derivada da mudança de regime de punição em um contexto de baixa competição. Entre os cenários $d_1(\gamma = 0,5; \alpha=0,6; n=4; q=0,5)$ e $h_1(\gamma = 1,0; \alpha=0,6; n=4; q=0,5)$, a diferença é de 20% na taxa de cartelização.

As taxas de cartelização nos cenários de baixa competição, mantido tudo o mais constante, são sempre superiores àquelas dos cenários de alta competição. Isso deriva da maneira como essas variáveis foram definidas. O parâmetro α denota justamente o quanto uma indústria tem resultados competitivos (ou mesmo em colusão tácita) próximos ao preço de monopólio, o que é computado nos ganhos de se engajar em um arranjo colusivo explícito. Portanto, esses valores de $1 - \hat{\beta}$ entre o grupo de cenários de alta competição (a, b, e, f) e de

baixa competitividade (c, d, g, h) não podem ser interpretados como uma condição de bem-estar mais favorável.

5. Alta Competição			
6. Sem choque		7. Com choque	
	1- $\hat{\beta}$		1- $\hat{\beta}$
a ₁	0,100332	b ₁	0,040949
e ₁	0,099289	f ₁	0,036672
	-1%		-10%
Baixa competitividade			
Sem choque		Com choque	
	1-β		1-β
c ₁	0,02449	d ₁	0,00509
g ₁	0,023211	h ₁	0,004082
		-5%	-20%

Tabela 2- Comparação de efeitos da Hipótese 2

Os resultados são consistentes com o estudo de (KATSOULACOS, YANNIS e MOTCHENKOVA, EVGENIA e ULPH, 2016). O recente trabalho também é baseado em um modelo de simulação, mas este centrado na formação do preço competitivo em comparação com o preço cartelizado. Explorou-se, dentre outros pontos, a sensibilidade tanto dos efeitos de um aumento na taxa de detecção quanto na dimensão da multa sobre os efeitos da política antitruste.

No modelo de KATSOULACOS et al, 2016, são definidas as funções de oferta e demanda de bens na economia e os efeitos da política antitruste são medidos a partir da capacidade da autoridade em prevenir a perda de bem-estar derivada da prática de preços superiores ao preço de concorrência.

Os efeitos da intervenção da autoridade antitruste são definidos como: diretos, derivados do dano detectado e punido; indiretos, correspondente ao número de cartéis que não chegam a se formar em virtude da detecção e punição em potencial. Os parâmetros da política antitruste nesse modelo são: $\beta \in (0,1)$, probabilidade de detecção e punição de um cartel; $\rho > 0$ é o multiplicador de punição (*penalty rate*) definido em função dos ganhos do cartel; $\gamma \in [0,1]$ denota a probabilidade de um cartel parar de surtir efeitos imediatamente após descoberto; e, por fim, $\chi \in (0,1)$ é a probabilidade de um cartel voltar a atividade após um período de repressão efetiva da autoridade antitruste.

A especificação do modelo de KATSOULACOS, portanto, é bastante diferente, mas podemos destacar a conclusão no que tange aos efeitos marginais do multiplicador de punição sobre os efeitos da política antitruste:

Result 3 For the range of parameter values considered here:

- (i) For all four enforcement parameters the elasticities relating to their total effect are smaller than 1;
- (ii) Increasing the probability of successful investigation, β , has a more powerful impact than increasing the probability of closing cartels down following an investigation, γ ;
- (iii) The effectiveness of raising the probability of keeping an industry competitive once a cartel has been shut down, χ , rises sharply with the value of χ itself.
- (iv) Because it generates no direct effect, increasing the penalty rate has an effectiveness that is between 1/14th and 1/6th of that of increasing the probability of successful detection. Pag. 33.

Voltando ao modelo utilizado no presente estudo, é evidente que a calibração dos parâmetros e a maneira como os fatos estilizados foram definidos afetam substancialmente os resultados. Um estudo posterior poderia explorar punições mais ousadas como o *treble damages*, comum nas ações de reparação civil na jurisdição norte americana, e uma multa da autoridade antitruste majorada, em tese admissíveis no regime jurídico de punições no Brasil¹².

Nesse contexto, é de se notar que os cenários construídos neste estudo foram mais ousados no choque de tecnologia, assumindo uma variação de q de 0,05 para 0,5, ao passo que γ varia proporcionalmente de maneira mais modesta, entre 0,5 e 1,0.

Para fins de definição de política antitruste, as estratégias de choque de tecnologia e aumento de punições não são estratégias concorrentes. Do ponto de vista institucional, a primeira medida está sob a governabilidade da Superintendência-Geral, e a segunda compete ao Tribunal. O âmbito de tomada de decisão é, portanto, independente. De qualquer maneira as duas decisões não são excludentes e podem ocorrer de maneira concomitante.

¹² Decisão do Conselho Administrativo de Defesa Econômica no processo 08012.001029/2007-66 em 01/03/2016. Transcreve-se do voto do Relator João Paulo de Resende: “Nesse sentido, para que a multa seja, de fato, dissuasória, é importante que extrapole a vantagem auferida ou pretendida com a conduta ilícita e represente um múltiplo desse valor com a probabilidade de ser descoberto. Nesse sentido, destaco estudo produzido pela OCDE no contexto de buscar as melhores práticas de repressão a carteis *hard core*[30], que expressamente expõe que o principal objetivo da multa a ser aplicada pela autoridade antitruste é a dissuasão e que a multa ideal conjuga a vantagem auferida e o fator de detecção:

Já a legislação norte-americana[33] prevê que qualquer pessoa que sofra dano em seus negócios ou propriedade em razão de infrações definidas na legislação antitruste poderá requerer a reparação desse dano em triplo (*treble damage*).

Assim, em vista dessas considerações e orientações de outras jurisdições, opto por aplicar um fator de detecção de três vezes o valor da vantagem estimada, chegando ao montante de R\$ 17,4 milhões, valor que considero adequado para que a multa cumpra seu papel dissuasório com relação a potenciais condutas futuras danosas à concorrência.

Em conclusão, a hipótese foi fracamente confirmada e aponta para uma preponderância da probabilidade de detecção sobre a magnitude da punição, dados os parâmetros escolhidos para simulação, como objeto de preocupação de política de repressão a cartéis.

4.3. HIPÓTESE 3 - INDÚSTRIA COM BAIXO GRAU DE COMPETIÇÃO ($A = 0,6$) TERÁ MAIOR PROPENSÃO A REAGIR AO CHOQUE DE TECNOLOGIA EM COMPARAÇÃO COM INDÚSTRIA DE ALTA COMPETIÇÃO ($A = 0,1$).

O fator α , que assume valores no intervalo $[0,1)$ como multiplicador do lucro de cartel, dá uma dimensão dos incentivos para que as empresas se engajem no cartel. Quanto mais próximo de 1, menos incentivos para que as empresas entrem em conluio, pois o preço praticado sem a presença de colusão explícita já é próximo ao preço de monopólio π .

O componente absorve as características do ambiente competitivo em concorrência. Para Motta (2004):

However, firms do not have any market power only in the abstract and unrealistic world of perfect competition or in the Bertrand model with homogeneous goods and perfectly symmetric firms. In the real world industries, where there exist fixed costs and products are unlikely to be perceived as perfect substitutes by all consumers, we should expect every firm to have some degree of marker power¹³.

Arbitrou-se para os fatos estilizados que representam indústrias de baixa e alta competição os valores de 0,1 e 0,6 para o multiplicador α .

Trata-se de comparar a taxa de cartelização $1 - \hat{\beta}$ para os cenários em relação à competição, calculando-se a média entre os cenários cuja parâmetro γ varia.

De um lado tem-se a_1 ($\gamma = 0,5$; $\alpha=0,1$; $n=4$; $q=0,05$) e e_1 ($\gamma = 1,0$; $\alpha=0,1$; $n=4$; $q=0,05$), com uma taxa de cartelização em 9,92 % na indústria de alta competição. Em contraste, c_1 ($\gamma = 0,5$; $\alpha=0,6$; $n=4$; $q=0,05$) e g_1 ($\gamma = 1,0$; $\alpha=0,6$; $n=4$; $q=0,05$) resultam em taxa média de cartelização de 2,38 % para indústrias de baixa competição.

Assim, calcula-se inicialmente a magnitude da diferença na taxa de formação de cartéis que se deve apenas à variação do grau de competição da indústria em estudo. Em seguida, comparamos o efeito médio do choque comparando em cada um dos conjuntos de cenários

¹³ Em tradução livre: “Entretanto, empresas não possuem poder de mercado apenas no mundo abstrato e irrealista da competição perfeita ou no modelo de Bertrand com bens homogêneos e firmas perfeitamente simétricas. No mundo real, onde existem custos fixos e os produtos nem sempre serão percebidos como substitutos perfeitos por todos os consumidores, pode-se esperar que cada firma exerça algum grau de poder de mercado” (Motta, 2004, p. 15).

Ao calcular o efeito médio do choque, consistente na variação proporcional do valor $1-\hat{\beta}$ segundo o grau de competição, obteve-se um efeito do choque de tecnologia de detecção de -81% para indústria de baixo grau de competição ($\alpha = 0,6$) e de -77% em indústrias de alta competição ($\alpha = 0,1$).

Alta competitividade			
Sem choque		Com choque	
	1- β		1- β
a_1	0,100332	b_1	0,040949
e_1	0,0992892	f_1	0,005090
Média (I)	0,09981	Média (II)	0,02302
Efeito médio	-77%		
Baixa competitividade			
Sem choque		Com choque	
	1- β		1- β
c_1	0,0244896	d_1	0,00508953
g_1	0,0232106	h_1	0,00408217
Média (III)	0,02385	Média (IV)	0,0045859
Efeito médio	-81%		

Tabela 3 - Hipótese 3. Comparativo de grau de competição

Apesar de a formação de cartéis ser mais provável em indústrias de alta competição, da maneira como definida no modelo, verifica-se que o choque de tecnologia produzirá efeitos proporcionalmente muito próximos em indústrias de características bastante distintas em relação a este aspecto.

Avalia-se que a hipótese foi refutada, autorizando a conclusão de que a política de choque de tecnologia de detecção não deverá distinguir as indústrias alvo de investigação segundo o grau de competição. Novamente, a análise carece de instrumental que permita avaliar a decisão de política de repressão de cartéis que maximiza o bem-estar geral da economia, mas permite uma conclusão de economia normativa possivelmente útil para a autoridade antitruste.

4.4. HIPÓTESE 4 - A PROPORÇÃO DE CASOS DERIVADOS DO PROGRAMA DE LENIÊNCIA IRÁ REDUZIR EM RELAÇÃO AO ESTOQUE DE CASOS DA AUTORIDADE ANTITRUSTE APÓS O CHOQUE DE TECNOLOGIA DE DETECÇÃO.

O modelo utilizado permite estudar o estoque de casos de cartel investigados pela autoridade antitruste segundo a massa de cartéis investigados por detecção *ex officio* R e revelados por leniência L.

A hipótese foi confirmada em equilíbrio, para todos os cenários com valores entre 54% e 67 % de redução na proporção de casos, como se pode ver na tabela abaixo:

	Multa de 50% vantagem		
	L / Total pré-choque	L / Total pós choque	Diferença
Indústria de alta competição	Sem choque (q=0,05)	Com choque (q=0,5)	
	a ₁	b ₁	
	0,662087419	0,221100937	67%
Indústria de baixa competição	Sem choque (q=0,05)	Com choque (q=0,5)	
	c ₁	d ₁	
	0,758544946	0,352369529	54%
	Multa de 100% da vantagem		
Indústria de alta competição	Sem choque (q=0,05)	Com choque (q=0,5)	
	e ₁	f ₁	
	0,662087419	0,220637824	67%
Indústria de baixa competição	Sem choque (q=0,05)	Com choque (q=0,5)	
	g ₁	h ₁	
	0,753547366	0,34134706	55%

Tabela 4 - Hipótese 4. Estoque de leniência.

No longo prazo é esperado que uma autoridade antitruste hipotética que tenha um estoque de casos baseados em leniência entre 66% e 75 % veja o perfil de seu estoque de casos alterar fortemente, passando a contar com algo entre 22% e 35 % de casos dessa natureza.

Uma limitação do modelo utilizado é o fato de ser estático. Um modelo dinâmico, com marcador de tempo em parte de suas variáveis portanto, poderia permitir um estudo do choque de tecnologia não só em equilíbrio, mas no tempo imediatamente posterior ao choque. Uma hipótese plausível, nesse contexto, é que um choque de tecnologia levasse a um período de rápido colapso de cartéis e uma corrida ao programa de leniência antes de se atingir um ponto estável.

O resultado permite estabelecer, a partir dos fatos estilizados, um critério de monitoramento do sucesso do choque de tecnologia em detecção de cartéis na política antitruste: a longo prazo a proporção de casos derivados do programa de leniência sobre o total deve ser reduzido, embora seja esperada uma sobrecarga inicial no estoque de casos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo explorar questões relevantes para a política antitruste em um contexto de introdução de uma mudança expressiva na tecnologia de detecção de cartéis. Caracterizaram-se os elementos essenciais da política antitruste brasileira, em especial o amadurecimento do programa de leniência, que conta com mais de uma década de efetividade, e o início do desenvolvimento de tecnologia aplicada à detecção de cartéis, o projeto conhecido como “Cérebro” conduzido pela Superintendência-Geral do CADE.

Utilizamos um modelo de simulação de Harrington e Chang, 2009a, e a partir dele formulamos cenários para discutir os efeitos desse desenvolvimento de tecnologia aplicada à detecção de cartéis.

A contribuição em relação ao trabalho utilizado como referencial foi em duas vertentes. A primeira em variar o parâmetro de tecnologia de detecção q , concebido como fixo em $q=0,2$ no trabalho original. A segunda em construir cenários de comparação do choque na tecnologia de detecção com relação a circunstâncias como o número de firmas, magnitude das punições e grau de competição. A construção de cenários proposta teve como objetivo discutir questões relevantes e atuais para a definição da política antitruste.

As hipóteses testadas informam que o número de firmas presentes na indústria e o grau de competição não devem ser tomados como fatores decisivos para a tomada de decisão da Autoridade Antitruste em aplicar as tecnologias de detecção desenvolvidas.

A magnitude da punição esperada influencia no grau de cartelização da economia, mas de maneira mais modesta que um choque de detecção relevante.

Por fim, no longo prazo a proporção de casos derivados do programa de leniência no estoque total da Autoridade Antitruste deveria ter uma drástica redução. Tal medida serve tanto para o planejamento de alocação de recursos humanos e materiais, como variável a ser observada quanto à efetividade do choque de tecnologia.

Foram identificadas limitações no método adotado para o estudo: ausência de medida de bem-estar geral da economia, seu caráter estático e a impossibilidade de modelar as características do cartel como um problema de ação coletiva.

Quanto à primeira limitação, o estudo de KATSOULACOS et al, 2016, apresenta uma modelagem da política antitruste baseada em funções de oferta, abordando explicitamente as variáveis de quantidade e preço.

Exclusivamente quanto ao caráter estático do problema, no levantamento bibliográfico realizado não foi possível identificar uma abordagem de equilíbrio dinâmico estocástico, muito utilizado para modelos macroeconômicos, aplicado à política antitruste.

Para estudos posteriores, uma forma de superar essa limitação característica dos modelos baseados na noção de equilíbrio geral, seria a especificação do experimento com modelos baseados em agentes, definido por (CHANG, 2010):

Agent-based computational approach offers a viable alternative to the MPE approach. Tesfatsion and Judd (2006) offer a broad definition of agent-based computational economics (ACE) that is useful for our discussion: ACE is the computational study of economic processes modeled as dynamic systems of interacting agents who do not necessarily possess perfect rationality and information. Whereas standard economic models tend to stress equilibria, ACE models stress economic processes, local interactions among traders and other economic agents, and out-of-equilibrium dynamics that may or may not lead to equilibria in the long run. Whereas standard economic models require a careful consideration of equilibrium properties, ACE models require detailed specifications of structural conditions, institutional arrangements, and behavioral dispositions. [Tesfatsion and Judd (2006), p. xi].

Em nosso levantamento bibliográfico, o método multiagente tem sido aplicado para modelar problemas variados como desenho de mecanismos, regulação do setor elétrico, macroeconomia, inovação tecnológica e desenvolvimento econômico, economia do trabalho, dentre outros. Não foram identificados trabalhos específicos sobre política antitruste.

Apesar das limitações descritas no desenho do experimento, foram utilizados pressupostos teóricos e métodos consistentes com o estado da arte da teoria econômica aplicada à política de repressão de cartéis, problema de difícil abordagem empírica. Os resultados obtidos pelos exercícios de cenários prospectivos trazem reflexões úteis para a tomada de decisão da Autoridade Antitruste e uma ferramenta de avaliação da eficácia do choque de tecnologia de detecção apresentado.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRANTES-METZ, R. M.; BAJARI, P. **Screens for conspiracies and their multiple applications** *Competition Policy International*, 2012.

CAPOBIANCO, Y. C. A. **Ex Officio Cartel Investigations And The Use Of Screens to Detect Cartels**. Paris. France: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.oecd.org/daf/competition/exofficio-cartel-investigation-2013.pdf>>.

CHANG, M.-H. Agent-based Modeling and Computational Experiments in Industrial Organization: Growing Firms and Industries in silico. **Eastern Economic Journal**, v. 37, n. 1, p. 28–34, 2010.

CONSELHO ADMINISTRATIVO DE DEFESA ECONÔMICA. BRASIL. **Defesa da concorrência no Brasil : 50 anos**. Brasília: [s.n.].

CONSELHO ADMINISTRATIVO DE DEFESA ECONÔMICA. BRASIL. **Guia de Acordos de Leniência do CADE**. Brasília: [s.n.]. Disponível em: <[http://www.cade.gov.br/upload/GuiaCompliance - Vers?o Oficial.pdf](http://www.cade.gov.br/upload/GuiaCompliance-Vers%oOficial.pdf)>.

CUIABANO, S. M. et al. Filtrando cartéis: a contribuição da literatura econômica na identificação de comportamentos colusivos. **Revista de Defesa da Concorrência**, v. 4, n. 2, p. 43–63, 2014.

DEPARTMENT OF JUSTICE. **Antitrust Division Manual**, 2012.

DOANE, M. J. et al. Screening for Collusion as a Problem of Inference. **Oxford Handbook on International Antitrust Economics**, 2013.

HARRINGTON, J. E. Behavioral Screening and the Detection of Cartels Behavioral Screening and the Detection of Cartels. 2006.

HARRINGTON, J. E.; CHANG, M.-H. The impact of a corporate leniency program on antitrust enforcement and cartelization. **Working Paper. Cleveland State University**, 2009a.

HARRINGTON, J. E.; CHANG, M.-H. Modeling the Birth and Death of Cartels with an Application to Evaluating Competition Policy. **Journal of the European Economic Association**, v. 7, n. 6, p. 1400–1435, 2009b.

HARRINGTON, J. E.; CHANG, M.-H. When Can We Expect a Corporate Leniency Program to Result in Fewer Cartels? **The Journal of Law and Economics** **58**, no. 2, n. May, p. 417–449, 2015.

HÜSCHEL RATH, K. Competition Policy Analysis – An Integrated Approach. **ZEW Economic Studies**, ZEW Economic Studies. v. 41, 2009.

HÜSCHEL RATH, K. How Are Cartels Detected? The Increasing Use of Proactive Methods to Establish Antitrust Infringements. **Journal of European Competition Law & Practice**, v. 1, n. 6, p. 522–528, 2010.

KATSOULACOS, YANNIS AND MOTCHENKOVA, EVGENIA AND ULPH, D.

Measuring the Effectiveness of Anti-Cartel Interventions: A Conceptual Framework. **TILEC Discussion Paper No. 2016-001**, 2016.

MOTTA, M. **Competition Policy**. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.

OLSON, M. **The Logic of Collective Action: Public Goods and the Theory of Groups, Second printing with new preface and appendix (Harvard Economic Studies) Working Paper**, 1971. Disponível em: <<http://www.amazon.com/Logic-Collective-Action-printing-appendix/dp/0674537513>>

ROQUETE, FELIPE L. V; SILVA, L. F. **OECD. LATIN AMERICAN AND CARIBBEAN COMPETITION FORUM**. Promoting effective competition in public procurement. **Anais...**Mexico City: OECD, 2016

RUFINO, V. S. **Os Fundamentos Da Delação: Análise Do Programa De Leniência Do Cade À Luz Da Teoria Dos Jogos**. [s.l.] UnB, 2016.

STEPHAN, A.; NIKPAY, A. **Leniency Theory and Complex Realities**, 2014.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introdução à Econometria - Uma Abordagem Moderna**. 4^a ed. São Paulo: THOMSON, 2013. v. 2nd

ANEXO I – CÓDIGO UTILIZADO

ANEXO II – RESULTADOS DOS CENÁRIOS DE SIMULAÇÃO

Dados dos cenários de simulação											
Cenário	r	s*	p(s*)		L ^{^*}	R ^{^*}	AA*	1-	durati on	l- durati on	r- durati on
a1	0,10 000	0,89 648	0,89 650	0,00 448	0,00201	0,00053	0,00249	0,10882	7,369 40	36,25 920	74,42 630
a1	0,20 000	0,86 133	0,86 170	0,00 861	0,00193	0,00098	0,00278	0,10033	51,81 110	29,06 230	52,25 710
a1	0,30 000	0,83 203	0,83 190	0,01 248	0,00185	0,00137	0,00299	0,09323	41,05 010	24,86 620	4,137 80
a1	0,40 000	0,80 664	0,80 638	0,01 613	0,00178	0,00171	0,00316	0,08717	34,53 730	22,04 540	34,79 760
a1	0,50 000	0,78 516	0,78 451	0,01 963	0,00171	0,00200	0,00328	0,08187	30,08 380	19,98 270	30,29 940
a1	0,60 000	0,76 563	0,76 562	0,02 297	0,00165	0,00227	0,00338	0,07721	26,83 940	18,41 320	27,02 290
a1	0,70 000	0,75 000	0,74 948	0,02 625	0,00158	0,00250	0,00346	0,07297	2,430 50	1,713 60	2,446 40
a1	0,80 000	0,73 633	0,73 561	0,02 945	0,00152	0,00270	0,00351	0,06912	22,27 930	16,08 490	22,41 880
a1	0,90 000	0,72 266	0,72 349	0,03 252	0,00146	0,00289	0,00355	0,06566	20,65 430	15,22 810	2,077 80
a1	1,00 000	0,70 898	0,70 854	0,03 545	0,00147	0,00308	0,00365	0,06309	19,21 710	14,18 630	19,33 710
Cenário	r	s*	p(s*)		L ^{^*}	R ^{^*}	AA*	1-	durati on	l- durati on	r- durati on
a2	0,00 000	1,00 000	1,00 000	0,00 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,12155	12,15 310	0,000 00	0,000 00
a2	0,10 000	0,89 648	0,89 650	0,00 448	0,00201	0,00053	0,00249	0,10882	7,369 40	36,25 920	74,42 630
a2	0,20 000	0,86 133	0,86 170	0,00 861	0,00193	0,00098	0,00278	0,10033	51,81 110	29,06 230	52,25 710
a2	0,30 000	0,83 203	0,83 190	0,01 248	0,00185	0,00137	0,00299	0,09323	41,05 010	24,86 620	4,137 80
a2	0,40 000	0,80 664	0,80 638	0,01 613	0,00178	0,00171	0,00316	0,08717	34,53 730	22,04 540	34,79 760
a2	0,50 000	0,78 516	0,78 451	0,01 963	0,00171	0,00200	0,00328	0,08187	30,08 380	19,98 270	30,29 940
a2	0,60 000	0,76 563	0,76 562	0,02 297	0,00165	0,00227	0,00338	0,07721	26,83 940	18,41 320	27,02 290
a2	0,70 000	0,75 000	0,74 948	0,02 625	0,00158	0,00250	0,00346	0,07297	2,430 50	1,713 60	2,446 40
a2	0,80 000	0,73 633	0,73 561	0,02 945	0,00152	0,00270	0,00351	0,06912	22,27 930	16,08 490	22,41 880
a2	0,90 000	0,72 266	0,72 349	0,03 252	0,00146	0,00289	0,00355	0,06566	20,65 430	15,22 810	2,077 80

a2	1,00 000	0,70 898	0,70 854	0,03 545	0,00147	0,00308	0,00365	0,06309	19,21 710	14,18 630	19,33 710
Cená rio	r	s*	p(s*)		L^*	R^*	AA*	1-	durati on	l- durati on	r- durati on
a3	0,00 000	1,00 000	1,00 000	0,00 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,12155	12,15 310	0,000 00	0,000 00
a3	0,10 000	0,89 648	0,89 650	0,00 448	0,00201	0,00053	0,00249	0,10882	7,369 40	36,25 920	74,42 630
a3	0,20 000	0,86 133	0,86 170	0,00 861	0,00193	0,00098	0,00278	0,10033	51,81 110	29,06 230	52,25 710
a3	0,30 000	0,83 203	0,83 190	0,01 248	0,00185	0,00137	0,00299	0,09323	41,05 010	24,86 620	4,137 80
a3	0,40 000	0,80 664	0,80 638	0,01 613	0,00178	0,00171	0,00316	0,08717	34,53 730	22,04 540	34,79 760
a3	0,50 000	0,78 516	0,78 451	0,01 963	0,00171	0,00200	0,00328	0,08187	30,08 380	19,98 270	30,29 940
a3	0,60 000	0,76 563	0,76 562	0,02 297	0,00165	0,00227	0,00338	0,07721	26,83 940	18,41 320	27,02 290
a3	0,70 000	0,75 000	0,74 948	0,02 625	0,00158	0,00250	0,00346	0,07297	2,430 50	1,713 60	2,446 40
a3	0,80 000	0,73 633	0,73 561	0,02 945	0,00152	0,00270	0,00351	0,06912	22,27 930	16,08 490	22,41 880
a3	0,90 000	0,72 266	0,72 349	0,03 252	0,00146	0,00289	0,00355	0,06566	20,65 430	15,22 810	2,077 80
a3	1,00 000	0,70 898	0,70 854	0,03 545	0,00147	0,00308	0,00365	0,06309	19,21 710	14,18 630	19,33 710
Cená rio	r	s*	p(s*)		L^*	R^*	AA*	1-	durati on	l- durati on	r- durati on
b1	0,00 000	1,00 000	1,00 000	0,00 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,12155	12,15 310	0,000 00	0,000 00
b1	0,10 000	0,70 898	0,70 854	0,03 545	0,00147	0,00308	0,00365	0,06309	19,21 710	14,18 630	19,33 710
b1	0,20 000	0,65 625	0,65 539	0,06 563	0,00113	0,00398	0,00374	0,04095	11,55 280	93,77 160	11,61 450
b1	0,30 000	0,67 578	0,67 666	0,10 137	0,00086	0,00381	0,00344	0,02630	78,95 330	67,64 880	79,33 720
b1	0,40 000	0,76 367	0,76 347	0,15 273	0,00058	0,00283	0,00274	0,01471	54,71 060	49,39 720	54,92 780
b1	0,50 000	0,84 375	0,84 389	0,21 094	0,00042	0,00195	0,00206	0,00821	40,34 980	37,10 030	40,52 390
b1	0,60 000	0,91 211	0,91 253	0,27 363	0,00027	0,00121	0,00138	0,00431	31,62 750	29,78 620	31,74 960
b1	0,70 000	0,95 703	0,95 668	0,33 496	0,00016	0,00071	0,00084	0,00219	26,19 370	25,17 520	26,27 420
b1	0,80 000	0,98 047	0,98 129	0,39 219	0,00009	0,00038	0,00046	0,00104	22,64 070	0,000 22	22,68 990
b1	0,90 000	0,99 414	0,99 332	0,44 736	0,00004	0,00018	0,00022	0,00044	19,97 890	19,68 580	20,01 060
b1	1,00 000	0,99 805	0,99 806	0,49 902	0,00002	0,00007	0,00009	0,00017	17,88 440	17,70 640	17,90 890

Cená rio	r	s*	p(s*)		L^*	R^*	AA*	1-	durati on	l- durati on	r- durati on
b2	0,00 000	1,00 000	1,00 000	0,00 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,12155	12,15 310	0,000 00	0,000 00
b2	0,10 000	0,64 648	0,64 611	0,03 232	0,00146	0,00322	0,00354	0,06584	20,75 790	15,30 140	20,88 190
b2	0,20 000	0,59 375	0,59 372	0,05 938	0,00117	0,00432	0,00373	0,04437	12,60 770	10,15 510	1,267 40
b2	0,30 000	0,60 938	0,60 899	0,09 141	0,00094	0,00431	0,00356	0,02965	8,646 80	7,294 20	86,90 980
b2	0,40 000	0,70 508	0,70 497	0,14 102	0,00064	0,00323	0,00291	0,01676	58,75 780	52,47 490	59,00 620
b2	0,50 000	0,82 031	0,81 977	0,20 508	0,00041	0,00203	0,00207	0,00854	41,66 190	38,62 010	41,81 340
b2	0,60 000	0,89 844	0,89 882	0,26 953	0,00026	0,00125	0,00139	0,00443	32,20 560	0,304 70	32,31 490
b2	0,70 000	0,94 922	0,94 988	0,33 223	0,00016	0,00072	0,00084	0,00222	26,46 330	25,48 370	26,53 820
b2	0,80 000	0,97 852	0,97 851	0,39 141	0,00009	0,00038	0,00046	0,00105	22,69 910	22,16 440	22,74 730
b2	0,90 000	0,99 219	0,99 226	0,44 648	0,00004	0,00018	0,00022	0,00045	20,03 220	19,74 340	20,06 310
b2	1,00 000	0,99 805	0,99 773	0,49 902	0,00002	0,00007	0,00009	0,00017	17,88 440	17,70 640	17,90 890
Cená rio	r	s*	p(s*)		L^*	R^*	AA*	1-	durati on	l- durati on	r- durati on
b3	0,00 000	1,00 000	1,00 000	0,00 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,12155	12,15 310	0,000 00	0,000 00
b3	0,10 000	0,70 898	0,70 854	0,03 545	0,00147	0,00308	0,00365	0,06309	19,21 710	14,18 630	19,33 710
b3	0,20 000	0,65 625	0,65 539	0,06 563	0,00113	0,00398	0,00374	0,04095	11,55 280	93,77 160	11,61 450
b3	0,30 000	0,67 578	0,67 666	0,10 137	0,00086	0,00381	0,00344	0,02630	78,95 330	67,64 880	79,33 720
b3	0,40 000	0,76 367	0,76 347	0,15 273	0,00058	0,00283	0,00274	0,01471	54,71 060	49,39 720	54,92 780
b3	0,50 000	0,84 375	0,84 389	0,21 094	0,00042	0,00195	0,00206	0,00821	40,34 980	37,10 030	40,52 390
b3	0,60 000	0,91 211	0,91 253	0,27 363	0,00027	0,00121	0,00138	0,00431	31,62 750	29,78 620	31,74 960
b3	0,70 000	0,95 703	0,95 668	0,33 496	0,00016	0,00071	0,00084	0,00219	26,19 370	25,17 520	26,27 420
b3	0,80 000	0,98 047	0,98 129	0,39 219	0,00009	0,00038	0,00046	0,00104	22,64 070	0,000 22	22,68 990
b3	0,90 000	0,99 414	0,99 332	0,44 736	0,00004	0,00018	0,00022	0,00044	19,97 890	19,68 580	20,01 060
b3	1,00 000	0,99 805	0,99 806	0,49 902	0,00002	0,00007	0,00009	0,00017	17,88 440	17,70 640	17,90 890
Cená rio	r	s*	p(s*)		L^*	R^*	AA*	1-	durati on	l- durati on	r- durati on

c1	0,00 000	1,00 000	1,00 000	0,00 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,03129	60,26 190	0,000 00	0,000 00
c1	0,10 000	0,94 922	0,94 999	0,00 475	0,00075	0,00013	0,00087	0,02670	42,54 970	28,59 360	42,95 240
c1	0,20 000	0,94 141	0,94 195	0,00 941	0,00075	0,00024	0,00097	0,02449	32,80 710	2,290 70	33,11 820
c1	0,30 000	0,94 141	0,94 174	0,01 412	0,00067	0,00032	0,00097	0,02187	27,35 920	20,38 750	27,57 870
c1	0,40 000	0,94 336	0,94 263	0,01 887	0,00060	0,00038	0,00095	0,01951	23,62 270	18,48 860	23,78 450
c1	0,50 000	0,93 750	0,93 778	0,02 344	0,00060	0,00044	0,00101	0,01815	20,52 380	16,13 290	20,67 330
c1	0,60 000	0,94 141	0,94 043	0,02 824	0,00053	0,00047	0,00098	0,01623	18,43 320	15,04 610	1,854 80
c1	0,70 000	0,93 750	0,93 689	0,03 281	0,00054	0,00051	0,00102	0,01517	1,649 70	13,43 320	16,60 910
c1	0,80 000	0,94 141	0,94 074	0,03 766	0,00047	0,00052	0,00097	0,01358	15,16 670	12,75 370	15,25 410
c1	0,90 000	0,93 750	0,93 816	0,04 219	0,00048	0,00055	0,00100	0,01276	1,383 70	11,57 230	13,92 540
c1	1,00 000	0,94 336	0,94 286	0,04 717	0,00042	0,00055	0,00094	0,01141	12,89 750	11,10 050	12,96 660
Cená rio	r	s*	p(s*)		L^*	R^*	AA*	1-	durati on	l- durati on	r- durati on
c2	0,00 000	1,00 000	1,00 000	0,00 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,03129	60,26 190	0,000 00	0,000 00
c2	0,10 000	0,97 656	0,97 641	0,00 488	0,00075	0,00013	0,00088	0,02664	42,17 310	28,38 810	42,57 190
c2	0,20 000	0,96 875	0,96 944	0,00 969	0,00075	0,00024	0,00097	0,02436	32,38 750	22,62 420	3,269 60
c2	0,30 000	0,96 680	0,96 664	0,01 450	0,00067	0,00032	0,00097	0,02173	26,95 940	20,11 110	27,17 650
c2	0,40 000	0,96 484	0,96 497	0,01 930	0,00060	0,00038	0,00096	0,01938	23,29 220	18,24 330	23,45 250
c2	0,50 000	0,96 094	0,96 071	0,02 402	0,00060	0,00043	0,00102	0,01798	20,18 410	15,86 450	20,33 280
c2	0,60 000	0,96 094	0,96 077	0,02 883	0,00053	0,00047	0,00098	0,01609	18,16 080	14,82 390	1,827 50
c2	0,70 000	0,95 703	0,95 771	0,03 350	0,00054	0,00051	0,00102	0,01502	1,624 10	13,21 030	16,35 330
c2	0,80 000	0,95 898	0,95 905	0,03 836	0,00048	0,00052	0,00097	0,01345	14,94 480	12,56 070	15,03 220
c2	0,90 000	0,95 703	0,95 692	0,04 307	0,00048	0,00055	0,00100	0,01260	13,60 450	11,35 450	13,69 370
c2	1,00 000	0,95 898	0,95 916	0,04 795	0,00042	0,00054	0,00094	0,01129	1,271 80	10,93 680	12,78 740
Cená rio	r	s*	p(s*)		L^*	R^*	AA*	1-	durati on	l- durati on	r- durati on
c3	0,00 000	1,00 000	1,00 000	0,00 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,03129	60,26 190	0,000 00	0,000 00

c3	0,10 000	0,97 656	0,97 641	0,00 488	0,00075	0,00013	0,00088	0,02664	42,17 310	28,38 810	42,57 190
c3	0,20 000	0,96 875	0,96 944	0,00 969	0,00075	0,00024	0,00097	0,02436	32,38 750	22,62 420	3,269 60
c3	0,30 000	0,96 680	0,96 664	0,01 450	0,00067	0,00032	0,00097	0,02173	26,95 940	20,11 110	27,17 650
c3	0,40 000	0,96 484	0,96 497	0,01 930	0,00060	0,00038	0,00096	0,01938	23,29 220	18,24 330	23,45 250
c3	0,50 000	0,96 094	0,96 071	0,02 402	0,00060	0,00043	0,00102	0,01798	20,18 410	15,86 450	20,33 280
c3	0,60 000	0,96 094	0,96 077	0,02 883	0,00053	0,00047	0,00098	0,01609	18,16 080	14,82 390	1,827 50
c3	0,70 000	0,95 703	0,95 771	0,03 350	0,00054	0,00051	0,00102	0,01502	1,624 10	13,21 030	16,35 330
c3	0,80 000	0,95 898	0,95 905	0,03 836	0,00048	0,00052	0,00097	0,01345	14,94 480	12,56 070	15,03 220
c3	0,90 000	0,95 703	0,95 692	0,04 307	0,00048	0,00055	0,00100	0,01260	13,60 450	11,35 450	13,69 370
c3	1,00 000	0,95 898	0,95 916	0,04 795	0,00042	0,00054	0,00094	0,01129	1,271 80	10,93 680	12,78 740
Cená rio	r	s*	p(s*)		L^*	R^*	AA*	1-	durati on	l- durati on	r- durati on
d1	0,00 000	1,00 000	1,00 000	0,00 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,03129	60,26 190	0,000 00	0,000 00
d1	0,10 000	0,95 898	0,95 916	0,04 795	0,00042	0,00054	0,00094	0,01129	1,271 80	10,93 680	12,78 740
d1	0,20 000	0,96 875	0,96 911	0,09 688	0,00026	0,00048	0,00073	0,00509	71,96 220	64,98 920	72,34 160
d1	0,30 000	0,98 438	0,98 409	0,14 766	0,00014	0,00031	0,00044	0,00219	50,30 210	47,43 560	50,49 690
d1	0,40 000	0,99 219	0,99 304	0,19 844	0,00008	0,00017	0,00024	0,00093	38,35 310	36,83 040	38,48 720
d1	0,50 000	0,99 805	0,99 815	0,24 951	0,00003	0,00007	0,00009	0,00029	31,36 360	30,78 820	31,42 330
d1	0,60 000	0,99 902	0,99 964	0,29 971	9,55504 *10^-6	0,00002	0,00003	0,00008	25,93 670	25,61 440	25,98 240
d1	0,70 000	0,99 902	0,99 999	0,34 966	8,53007 *10^-7	1,50831 *10^-6	2,35984 *10^-6	5,16246 *10^-6	21,87 630	21,87 630	21,87 630
d1	0,80 000	1,00 000	1,00 000	0,40 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000		0,000 00	0,000 00
d1	0,90 000	1,00 000	1,00 000	0,45 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000		0,000 00	0,000 00
d1	1,00 000	1,00 000	1,00 000	0,50 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000		0,000 00	0,000 00
Cená rio	r	s*	p(s*)		L^*	R^*	AA*	1-	durati on	l- durati on	r- durati on
d2	0,00 000	1,00 000	1,00 000	0,00 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,03129	60,26 190	0,000 00	0,000 00
d2	0,10 000	0,95 898	0,95 916	0,04 795	0,00042	0,00054	0,00094	0,01129	1,271 80	10,93 680	12,78 740

d2	0,20 000	0,96 875	0,96 911	0,09 688	0,00026	0,00048	0,00073	0,00509	71,96 220	64,98 920	72,34 160
d2	0,30 000	0,98 438	0,98 409	0,14 766	0,00014	0,00031	0,00044	0,00219	50,30 210	47,43 560	50,49 690
d2	0,40 000	0,99 219	0,99 304	0,19 844	0,00008	0,00017	0,00024	0,00093	38,35 310	36,83 040	38,48 720
d2	0,50 000	0,99 805	0,99 815	0,24 951	0,00003	0,00007	0,00009	0,00029	31,36 360	30,78 820	31,42 330
d2	0,60 000	0,99 902	0,99 964	0,29 971	9,55504 *10 ⁻⁶	0,00002	0,00003	0,00008	25,93 670	25,61 440	25,98 240
d2	0,70 000	0,99 902	0,99 999	0,34 966	8,53007 *10 ⁻⁷	1,50831 *10 ⁻⁶	2,35984 *10 ⁻⁶	5,16246 *10 ⁻⁶	21,87 630	21,87 630	21,87 630
d2	0,80 000	1,00 000	1,00 000	0,40 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000		0,000 00	0,000 00
d2	0,90 000	1,00 000	1,00 000	0,45 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000		0,000 00	0,000 00
d2	1,00 000	1,00 000	1,00 000	0,50 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000		0,000 00	0,000 00
Cená rio	r	s*	p(s*)		L [*]	R [*]	AA [*]	1-	durati on	l- durati on	r- durati on
d3	0,00 000	1,00 000	1,00 000	0,00 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,03129	60,26 190	0,000 00	0,000 00
d3	0,10 000	0,95 898	0,95 916	0,04 795	0,00042	0,00054	0,00094	0,01129	1,271 80	10,93 680	12,78 740
d3	0,20 000	0,96 875	0,96 911	0,09 688	0,00026	0,00048	0,00073	0,00509	71,96 220	64,98 920	72,34 160
d3	0,30 000	0,98 438	0,98 409	0,14 766	0,00014	0,00031	0,00044	0,00219	50,30 210	47,43 560	50,49 690
d3	0,40 000	0,99 219	0,99 304	0,19 844	0,00008	0,00017	0,00024	0,00093	38,35 310	36,83 040	38,48 720
d3	0,50 000	0,99 805	0,99 815	0,24 951	0,00003	0,00007	0,00009	0,00029	31,36 360	30,78 820	31,42 330
d3	0,60 000	0,99 902	0,99 964	0,29 971	9,55504 *10 ⁻⁶	0,00002	0,00003	0,00008	25,93 670	25,61 440	25,98 240
d3	0,70 000	0,99 902	0,99 999	0,34 966	8,53007 *10 ⁻⁷	1,50831 *10 ⁻⁶	2,35984 *10 ⁻⁶	5,16246 *10 ⁻⁶	21,87 630	21,87 630	21,87 630
d3	0,80 000	1,00 000	1,00 000	0,40 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000		0,000 00	0,000 00
d3	0,90 000	1,00 000	1,00 000	0,45 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000		0,000 00	0,000 00
d3	1,00 000	1,00 000	1,00 000	0,50 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000		0,000 00	0,000 00
Cená rio	r	s*	p(s*)		L [*]	R [*]	AA [*]	1-	durati on	l- durati on	r- durati on
e1	0,00 000	1,00 000	1,00 000	0,00 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,12155	12,15 310	0,000 00	0,000 00
e1	0,10 000	0,89 648	0,89 650	0,00 448	0,00201	0,00053	0,00249	0,10882	7,369 40	36,25 920	74,42 630
e1	0,20 000	0,86 133	0,86 170	0,00 861	0,00193	0,00098	0,00278	0,10033	51,81 110	29,06 230	52,25 710

e1	0,30 000	0,83 203	0,83 190	0,01 248	0,00185	0,00137	0,00299	0,09323	41,05 010	24,86 620	4,137 80
e1	0,40 000	0,80 664	0,80 638	0,01 613	0,00178	0,00171	0,00316	0,08717	34,53 730	22,04 540	34,79 760
e1	0,50 000	0,78 516	0,78 451	0,01 963	0,00171	0,00200	0,00328	0,08187	30,08 380	19,98 270	30,29 940
e1	0,60 000	0,76 563	0,76 562	0,02 297	0,00165	0,00227	0,00338	0,07721	26,83 940	18,41 320	27,02 290
e1	0,70 000	0,75 000	0,74 948	0,02 625	0,00158	0,00250	0,00346	0,07297	2,430 50	1,713 60	2,446 40
e1	0,80 000	0,73 633	0,73 561	0,02 945	0,00152	0,00270	0,00351	0,06912	22,27 930	16,08 490	22,41 880
e1	0,90 000	0,72 266	0,72 349	0,03 252	0,00146	0,00289	0,00355	0,06566	20,65 430	15,22 810	2,077 80
e1	1,00 000	0,70 898	0,70 854	0,03 545	0,00147	0,00308	0,00365	0,06309	19,21 710	14,18 630	19,33 710
Cenário	r	s*	p(s*)		L^*	R^*	AA*	1-	durati on	l- durati on	r- durati on
e2	0,00 000	1,00 000	1,00 000	0,00 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,12155	12,15 310	0,000 00	0,000 00
e2	0,10 000	0,81 445	0,81 360	0,00 407	0,00198	0,00053	0,00241	0,10804	77,34 040	37,29 820	78,13 270
e2	0,20 000	0,78 906	0,78 865	0,00 789	0,00184	0,00097	0,00260	0,09929	54,99 650	30,86 190	55,45 160
e2	0,30 000	0,76 172	0,76 252	0,01 143	0,00177	0,00136	0,00280	0,09256	43,76 230	26,50 830	44,09 790
e2	0,40 000	0,74 023	0,74 069	0,01 480	0,00170	0,00170	0,00296	0,08672	36,84 970	23,52 710	37,11 610
e2	0,50 000	0,72 266	0,72 237	0,01 807	0,00164	0,00200	0,00308	0,08155	32,08 410	21,32 250	32,30 460
e2	0,60 000	0,70 703	0,70 689	0,02 121	0,00158	0,00226	0,00318	0,07694	28,58 730	1,962 70	28,77 470
e2	0,70 000	0,69 336	0,69 382	0,02 427	0,00152	0,00249	0,00325	0,07278	2,589 10	18,26 760	26,05 340
e2	0,80 000	0,67 578	0,67 588	0,02 703	0,00153	0,00273	0,00337	0,06982	23,75 250	1,683 20	23,90 720
e2	0,90 000	0,66 602	0,66 664	0,02 997	0,00147	0,00292	0,00341	0,06631	2,195 90	15,91 010	2,209 60
e2	1,00 000	0,66 016	0,65 934	0,03 301	0,00141	0,00308	0,00344	0,06294	20,38 050	15,06 530	20,50 270
Cenário	r	s*	p(s*)		L^*	R^*	AA*	1-	durati on	l- durati on	r- durati on
e3	0,00 000	1,00 000	1,00 000	0,00 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,12155	12,15 310	0,000 00	0,000 00
e3	0,10 000	0,90 234	0,90 177	0,00 451	0,00191	0,00052	0,00238	0,10646	74,11 790	37,15 360	74,81 970
e3	0,20 000	0,86 719	0,86 769	0,00 867	0,00184	0,00096	0,00267	0,09790	51,92 770	29,57 770	52,35 490
e3	0,30 000	0,83 789	0,83 858	0,01 257	0,00177	0,00133	0,00289	0,09075	41,04 830	25,17 730	41,36 350

e3	0,40 000	0,81 445	0,81 384	0,01 629	0,00170	0,00166	0,00305	0,08460	34,41 460	22,19 350	34,66 560
e3	0,50 000	0,79 297	0,79 267	0,01 982	0,00164	0,00194	0,00318	0,07927	29,92 950	20,04 090	30,13 850
e3	0,60 000	0,77 539	0,77 465	0,02 326	0,00158	0,00219	0,00328	0,07453	26,61 250	1,837 40	26,79 120
e3	0,70 000	0,75 977	0,75 923	0,02 659	0,00152	0,00241	0,00335	0,07028	2,406 80	17,05 030	24,22 360
e3	0,80 000	0,74 609	0,74 606	0,02 984	0,00147	0,00260	0,00341	0,06644	2,203 60	1,596 50	22,17 320
e3	0,90 000	0,73 438	0,73 488	0,03 305	0,00141	0,00277	0,00345	0,06291	20,36 020	15,05 040	20,48 240
e3	1,00 000	0,72 656	0,72 581	0,03 633	0,00136	0,00291	0,00348	0,05956	18,89 940	14,22 530	19,00 880
Cená rio	r	s*	p(s*)		L^*	R^*	AA*	1-	durati on	l- durati on	r- durati on
f1	0,00 000	1,00 000	1,00 000	0,00 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,12155	12,15 310	0,000 00	0,000 00
f1	0,10 000	0,72 656	0,72 581	0,03 633	0,00136	0,00291	0,00348	0,05956	18,89 940	14,22 530	19,00 880
f1	0,20 000	0,68 945	0,68 947	0,06 895	0,00101	0,00357	0,00347	0,03667	11,08 680	91,92 150	11,14 040
f1	0,30 000	0,73 047	0,73 084	0,10 957	0,00074	0,00316	0,00304	0,02179	73,58 430	64,38 230	73,90 620
f1	0,40 000	0,81 055	0,81 049	0,16 211	0,00052	0,00229	0,00238	0,01196	51,25 330	46,30 080	51,47 910
f1	0,50 000	0,89 063	0,89 106	0,22 266	0,00033	0,00144	0,00161	0,00608	38,13 640	35,51 440	3,828 80
f1	0,60 000	0,94 727	0,94 710	0,28 418	0,00019	0,00082	0,00097	0,00293	30,39 650	2,904 70	30,49 110
f1	0,70 000	0,97 656	0,97 599	0,34 180	0,00011	0,00045	0,00056	0,00141	25,39 870	24,56 270	2,547 30
f1	0,80 000	0,99 023	0,99 063	0,39 609	0,00006	0,00023	0,00029	0,00063	21,88 740	21,31 950	21,95 280
f1	0,90 000	0,99 805	0,99 785	0,44 912	0,00002	0,00008	0,00010	0,00020	19,40 070	19,14 920	19,43 560
f1	1,00 000	0,99 902	0,99 977	0,49 951	5,9315* 10^-6	0,00002	0,00002	0,00004	17,22 970	17,09 660	17,25 560
Cená rio	r	s*	p(s*)		L^*	R^*	AA*	1-	durati on	l- durati on	r- durati on
f2	0,00 000	1,00 000	1,00 000	0,00 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,12155	12,15 310	0,000 00	0,000 00
f2	0,10 000	0,72 656	0,72 581	0,03 633	0,00136	0,00291	0,00348	0,05956	18,89 940	14,22 530	19,00 880
f2	0,20 000	0,68 945	0,68 947	0,06 895	0,00101	0,00357	0,00347	0,03667	11,08 680	91,92 150	11,14 040
f2	0,30 000	0,73 047	0,73 084	0,10 957	0,00074	0,00316	0,00304	0,02179	73,58 430	64,38 230	73,90 620
f2	0,40 000	0,81 055	0,81 049	0,16 211	0,00052	0,00229	0,00238	0,01196	51,25 330	46,30 080	51,47 910

f2	0,50 000	0,89 063	0,89 106	0,22 266	0,00033	0,00144	0,00161	0,00608	38,13 640	35,51 440	3,828 80
f2	0,60 000	0,94 727	0,94 710	0,28 418	0,00019	0,00082	0,00097	0,00293	30,39 650	2,904 70	30,49 110
f2	0,70 000	0,97 656	0,97 599	0,34 180	0,00011	0,00045	0,00056	0,00141	25,39 870	24,56 270	2,547 30
f2	0,80 000	0,99 023	0,99 063	0,39 609	0,00006	0,00023	0,00029	0,00063	21,88 740	21,31 950	21,95 280
f2	0,90 000	0,99 805	0,99 785	0,44 912	0,00002	0,00008	0,00010	0,00020	19,40 070	19,14 920	19,43 560
f2	1,00 000	0,99 902	0,99 977	0,49 951	5,9315* 10 ⁻⁶	0,00002	0,00002	0,00004	17,22 970	17,09 660	17,25 560
Cená rio	r	s*	p(s*)		L [*]	R [*]	AA [*]	1-	durati on	l- durati on	r- durati on
f3	0,00 000	1,00 000	1,00 000	0,00 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,13847	12,73 780	0,000 00	0,000 00
f3	0,10 000	0,67 188	0,67 263	0,03 359	0,00156	0,00352	0,00393	0,07198	20,44 550	14,90 970	20,56 850
f3	0,20 000	0,60 938	0,60 869	0,06 094	0,00120	0,00465	0,00404	0,04767	12,48 610	10,08 090	12,54 840
f3	0,30 000	0,62 891	0,62 869	0,09 434	0,00092	0,00448	0,00374	0,03080	85,14 110	72,91 030	85,51 680
f3	0,40 000	0,71 484	0,71 565	0,14 297	0,00066	0,00339	0,00309	0,01762	58,21 590	51,88 020	58,46 420
f3	0,50 000	0,83 203	0,83 229	0,20 801	0,00042	0,00208	0,00216	0,00874	41,06 040	37,90 150	41,22 180
f3	0,60 000	0,91 211	0,91 239	0,27 363	0,00027	0,00122	0,00138	0,00432	31,64 770	29,86 320	31,76 520
f3	0,70 000	0,96 094	0,96 160	0,33 633	0,00014	0,00065	0,00077	0,00200	26,12 620	25,22 770	26,19 640
f3	0,80 000	0,98 438	0,98 475	0,39 375	0,00008	0,00033	0,00040	0,00090	22,42 030	21,89 740	2,247 10
f3	0,90 000	0,99 609	0,99 525	0,44 824	0,00004	0,00014	0,00018	0,00035	1,966 10	19,34 460	19,70 060
f3	1,00 000	0,99 902	0,99 940	0,49 951	9,28836 *10 ⁻⁶	0,00003	0,00004	0,00007	17,74 710	17,64 220	17,76 260
Cená rio	r	s*	p(s*)		L [*]	R [*]	AA [*]	1-	durati on	l- durati on	r- durati on
g1	0,00 000	1,00 000	1,00 000	0,00 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,03129	60,26 190	0,000 00	0,000 00
g1	0,10 000	0,97 852	0,97 868	0,00 489	0,00069	0,00012	0,00081	0,02543	42,75 320	29,37 190	43,12 540
g1	0,20 000	0,97 266	0,97 211	0,00 973	0,00069	0,00023	0,00091	0,02321	32,60 950	2,324 10	32,89 590
g1	0,30 000	0,96 875	0,96 954	0,01 453	0,00062	0,00030	0,00091	0,02058	2,711 10	20,52 510	27,31 450
g1	0,40 000	0,96 875	0,96 812	0,01 938	0,00055	0,00035	0,00089	0,01822	23,34 370	18,50 920	23,49 410
g1	0,50 000	0,96 484	0,96 418	0,02 412	0,00055	0,00041	0,00095	0,01687	20,16 210	16,01 070	20,30 320

g1	0,60 000	0,96 484	0,96 442	0,02 895	0,00049	0,00044	0,00091	0,01500	18,11 270	14,91 140	18,22 150
g1	0,70 000	0,96 094	0,96 164	0,03 363	0,00050	0,00047	0,00095	0,01396	16,15 490	13,21 960	16,26 380
g1	0,80 000	0,96 289	0,96 311	0,03 852	0,00044	0,00048	0,00090	0,01243	1,484 80	12,54 810	14,93 260
g1	0,90 000	0,96 094	0,96 123	0,04 324	0,00045	0,00050	0,00093	0,01160	1,348 60	11,26 030	13,57 560
g1	1,00 000	0,96 289	0,96 352	0,04 814	0,00039	0,00050	0,00087	0,01034	12,59 480	10,86 360	12,66 330
Cená rio	r	s*	p(s*)		L^*	R^*	AA*	1-	durati on	l- durati on	r- durati on
g2	0,00 000	1,00 000	1,00 000	0,00 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,03129	60,26 190	0,000 00	0,000 00
g2	0,10 000	0,95 508	0,95 497	0,00 478	0,00069	0,00012	0,00081	0,02549	43,08 590	29,56 020	43,46 140
g2	0,20 000	0,94 727	0,94 724	0,00 947	0,00069	0,00023	0,00090	0,02332	33,01 380	23,50 350	3,330 30
g2	0,30 000	0,94 727	0,94 704	0,01 421	0,00062	0,00030	0,00090	0,02069	27,45 710	20,77 110	27,66 240
g2	0,40 000	0,94 727	0,94 793	0,01 895	0,00055	0,00036	0,00089	0,01835	23,68 110	18,76 640	23,83 280
g2	0,50 000	0,94 336	0,94 335	0,02 358	0,00055	0,00041	0,00094	0,01701	20,47 870	16,26 720	20,62 040
g2	0,60 000	0,94 531	0,94 597	0,02 836	0,00049	0,00044	0,00091	0,01513	18,38 970	15,14 290	18,49 880
g2	0,70 000	0,94 336	0,94 268	0,03 302	0,00050	0,00048	0,00095	0,01410	16,38 820	13,43 020	16,49 650
g2	0,80 000	0,94 727	0,94 650	0,03 789	0,00044	0,00048	0,00090	0,01254	15,04 760	12,72 630	15,13 210
g2	0,90 000	0,94 336	0,94 410	0,04 245	0,00045	0,00051	0,00093	0,01175	13,69 610	11,48 360	13,78 370
g2	1,00 000	0,94 922	0,94 874	0,04 746	0,00039	0,00050	0,00087	0,01044	12,75 350	11,01 250	12,82 160
Cená rio	r	s*	p(s*)		L^*	R^*	AA*	1-	durati on	l- durati on	r- durati on
g3	0,00 000	1,00 000	1,00 000	0,00 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,03129	60,26 190	0,000 00	0,000 00
g3	0,10 000	0,94 922	0,94 999	0,00 475	0,00075	0,00013	0,00087	0,02670	42,54 970	28,59 360	42,95 240
g3	0,20 000	0,94 141	0,94 195	0,00 941	0,00075	0,00024	0,00097	0,02449	32,80 710	2,290 70	33,11 820
g3	0,30 000	0,94 141	0,94 174	0,01 412	0,00067	0,00032	0,00097	0,02187	27,35 920	20,38 750	27,57 870
g3	0,40 000	0,94 336	0,94 263	0,01 887	0,00060	0,00038	0,00095	0,01951	23,62 270	18,48 860	23,78 450
g3	0,50 000	0,93 750	0,93 778	0,02 344	0,00060	0,00044	0,00101	0,01815	20,52 380	16,13 290	20,67 330
g3	0,60 000	0,94 141	0,94 043	0,02 824	0,00053	0,00047	0,00098	0,01623	18,43 320	15,04 610	1,854 80

g3	0,70 000	0,93 750	0,93 689	0,03 281	0,00054	0,00051	0,00102	0,01517	1,649 70	13,43 320	16,60 910
g3	0,80 000	0,94 141	0,94 074	0,03 766	0,00047	0,00052	0,00097	0,01358	15,16 670	12,75 370	15,25 410
g3	0,90 000	0,93 750	0,93 816	0,04 219	0,00048	0,00055	0,00100	0,01276	1,383 70	11,57 230	13,92 540
g3	1,00 000	0,94 336	0,94 286	0,04 717	0,00042	0,00055	0,00094	0,01141	12,89 750	11,10 050	12,96 660
Cená rio	r	s*	p(s*)		L^*	R^*	AA*	1-	durati on	l- durati on	r- durati on
h1	0,00 000	1,00 000	1,00 000	0,00 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,03129	60,26 190	0,000 00	0,000 00
h1	0,10 000	0,96 289	0,96 352	0,04 814	0,00039	0,00050	0,00087	0,01034	12,59 480	10,86 360	12,66 330
h1	0,20 000	0,97 656	0,97 737	0,09 766	0,00020	0,00039	0,00058	0,00408	72,00 510	66,76 260	72,27 680
h1	0,30 000	0,99 023	0,99 019	0,14 854	0,00010	0,00022	0,00031	0,00155	50,16 780	48,14 690	50,30 170
h1	0,40 000	0,99 609	0,99 673	0,19 922	0,00004	0,00010	0,00014	0,00054	38,19 010	37,26 460	38,27 080
h1	0,50 000	0,99 902	0,99 910	0,24 976	0,00002	0,00004	0,00006	0,00017	29,73 330	0,289 50	29,83 860
h1	0,60 000	0,99 902	0,99 999	0,29 971	8,68778 *10^-7	1,73399 *10^-6	2,60107 *10^-6	6,64874 *10^-6	25,56 150	25,56 150	25,56 150
h1	0,70 000	1,00 000	1,00 000	0,35 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000		0,000 00	0,000 00
h1	0,80 000	1,00 000	1,00 000	0,40 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000		0,000 00	0,000 00
h1	0,90 000	1,00 000	1,00 000	0,45 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000		0,000 00	0,000 00
h1	1,00 000	1,00 000	1,00 000	0,50 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000		0,000 00	0,000 00
Cená rio	r	s*	p(s*)		L^*	R^*	AA*	1-	durati on	l- durati on	r- durati on
h2	0,00 000	1,00 000	1,00 000	0,00 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,03129	60,26 190	0,000 00	0,000 00
h2	0,10 000	0,96 289	0,96 352	0,04 814	0,00039	0,00050	0,00087	0,01034	12,59 480	10,86 360	12,66 330
h2	0,20 000	0,97 656	0,97 737	0,09 766	0,00020	0,00039	0,00058	0,00408	72,00 510	66,76 260	72,27 680
h2	0,30 000	0,99 023	0,99 019	0,14 854	0,00010	0,00022	0,00031	0,00155	50,16 780	48,14 690	50,30 170
h2	0,40 000	0,99 609	0,99 673	0,19 922	0,00004	0,00010	0,00014	0,00054	38,19 010	37,26 460	38,27 080
h2	0,50 000	0,99 902	0,99 910	0,24 976	0,00002	0,00004	0,00006	0,00017	29,73 330	0,289 50	29,83 860
h2	0,60 000	0,99 902	0,99 999	0,29 971	8,68778 *10^-7	1,73399 *10^-6	2,60107 *10^-6	6,64874 *10^-6	25,56 150	25,56 150	25,56 150
h2	0,70 000	1,00 000	1,00 000	0,35 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000		0,000 00	0,000 00

h2	0,80 000	1,00 000	1,00 000	0,40 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000		0,000 00	0,000 00
h2	0,90 000	1,00 000	1,00 000	0,45 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000		0,000 00	0,000 00
h2	1,00 000	1,00 000	1,00 000	0,50 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000		0,000 00	0,000 00
Cená rio	r	s*	p(s*)		L^*	R^*	AA*	1-	durati on	l- durati on	r- durati on
h3	0,00 000	1,00 000	1,00 000	0,00 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,03129	60,26 190	0,000 00	0,000 00
h3	0,10 000	0,96 289	0,96 352	0,04 814	0,00039	0,00050	0,00087	0,01034	12,59 480	10,86 360	12,66 330
h3	0,20 000	0,97 656	0,97 737	0,09 766	0,00020	0,00039	0,00058	0,00408	72,00 510	66,76 260	72,27 680
h3	0,30 000	0,99 023	0,99 019	0,14 854	0,00010	0,00022	0,00031	0,00155	50,16 780	48,14 690	50,30 170
h3	0,40 000	0,99 609	0,99 673	0,19 922	0,00004	0,00010	0,00014	0,00054	38,19 010	37,26 460	38,27 080
h3	0,50 000	0,99 902	0,99 910	0,24 976	0,00002	0,00004	0,00006	0,00017	29,73 330	0,289 50	29,83 860
h3	0,60 000	0,99 902	0,99 999	0,29 971	8,68778 *10^-7	1,73399 *10^-6	2,60107 *10^-6	6,64874 *10^-6	25,56 150	25,56 150	25,56 150
h3	0,70 000	1,00 000	1,00 000	0,35 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000		0,000 00	0,000 00
h3	0,80 000	1,00 000	1,00 000	0,40 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000		0,000 00	0,000 00
h3	0,90 000	1,00 000	1,00 000	0,45 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000		0,000 00	0,000 00
h3	1,00 000	1,00 000	1,00 000	0,50 000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000		0,000 00	0,000 00

ANEXO III – CASOS JULGADOS. De 01/2015 a 10/2016

Número	Representado	Representantes
08012.000773/2011-20	Chi Mei Corporation, En Chuan Chemical Industries Co. Ltd., Korea Kumho Petrochemical Co. Ltd., Lee Chang Yung Chemical Industry Corporation, LG Chem Ltd., Taiwan Syntethic Rubber Corporation, Cheng Shan ("CS") Lin, Cheng Shih ("Clark") Chen, Chien-Jen ("Gerard"), Jao Ching Yao ("Eric") Chou, Chun-Hua Hsu, Shou-Ren Wang, Yao Ching ("David") Wang, Tien Ting ("Paul") Ko, Yu-Chuan ("James") Wang, Wen-Ping Huang	SDE Ex officio / Leniência
08012.000774/2011-74	Asahi Kasei Corporation, Cheil Industries Inc., Formosa Chemical and Fibre Corporation, Grand Pacific Petrochemical Corporation, Hyosung BASF Co. Ltd., Kaofu Chemical Corporation, Korea Kumho Petrochemical Co. Ltd., LG Chem Ltd., Taita Chemical Co. Ltd., Techno Polymer Co. Ltd, Toray Malaysia Sdn. Bhd., Ube Cycon Ltd., Chi Mei Corporation, Ah-Rong Huang, Cheng Shih Chen, Cheng Te Tsai, Chien-Jen Jao, Chun-Hua Hsu, Hsing-Tsung Wang, Jau-Yang Ho, Ting-Sheng Su, Yao-Tsung Su, Yu-Chuan Wang	SDE Ex officio / Leniência
08012.000820/2009-11	Whirlpool S.A., Brasmotor S.A., Whirlpool Unidade Embraco Compressores, Soluções de Refrigeração, Danfoss A/S, Tecumseh do Brasil Ltda., ACC – Appliances Components, Companies S.p.A., Panasonic Electric Works Co., Ltd. (antiga Matsushita Electric Works, Ltd.), Gerson Verissimo, Paulo Frederico Meira de Oliveira Periquito, Ernesto Heinzelmann, Gilberto Heinzelmann, Ingo Erhardt, Laércio Hardt, Dário Gert Isleb, Dailson Farias, José Roberto Leimontas, Mike Inhetvin, Nilson Effting, Walter Sebastião Desiderá, José Aluizio Malagutti, Mauro de Carvalho Mendonça, José Celso Lunardelli Furchi, Januário Domingos Soligon, Michel Jorge Geraissate Filho, Miguel Estevão de Avellar	Secretaria de Direito Econômico Ex officio
08012.001029/2007-66	Evonik Degussa GmbH, Solvay S.A., Heinz Von Zur Muehlen, Jean Marie Demoulin e Eric Degroote	Secretaria de Direito Econômico Ex officio
08012.001127/2010-07	Charles Gillespie, Jacques Cognard, Christian Caleca, David Brammar, Bryan Allison, Peter Owen Whittle, Romano Piscioti, Giovanni Scodeggio, Misao Hioki e Franco Guasti	Secretaria de Direito Econômico Ex officio
08012.001600/2006-61	Sinto Brasil Produtos Ltda. (SINTO), IKK do Brasil Indústria e Comércio Ltda. (IKK), TupyFundições Ltda. (TUPY), Granasa Minas Ind. E Com. Ltda. (GRANASA), Vitor Luis Falcão Azevedo, FranciscoBuffolo, Amauri Baggenstoss e Claudmir Amádio	Secretaria de Acompanhamento Econômico do Ministério da Fazenda – SEAE/MF
08012.003321/2004-71	Alpha Therapeutic Corporation, Baxter AG, Baxter Export Corporation, Baxter Hospitalar Ltda., Bio Products Laboratory, Biotest Pharma GmbH, Cristália Produtos Químicos Farmacêuticos Ltda., Elias Esperidião Abboadalla, Fundação do Sangue, Grifols Brasil Ltda., Immuno Produtos Biológicos e Químicos Ltda., Instituto Sierovaccinogeno Italiano S.p.A., Itacá Laboratórios Ltda., Jaisler Jabour de Alvarenga, Laboratoire Français du Fractionnement et Des Biotechnologies, Lourenço Rommel Ponte Peixoto, Marcos Pedrilson Produtos Hospitalares Ltda., Marcelo Pupkin Pitta, UCB Biopharma S.A. (anteriormente denominada Meizler Comércio Internacional S.A.), Octapharma AG, Octapharma Brasil S.A., Probitas Pharma S.A., The American National Red Cross, United Medical Ltda., ZLB Behring GmbH (atual denominação da Aventis Behring GmbH, anteriormente denominada Centeon GmbH), ZLB Behring LLC (atual denominação da Aventis Behring LLC, anteriormente denominada Centeon LLC), CSL Behring Comércio de Produtos Farmacêuticos Ltda. (atual denominação da Aventis Behring Ltda., anteriormente denominada Centeon Farmacêutica Ltda.)	Secretaria de Direito Econômico Ex officio
08012.008821/2008-22	Aurobindo Farmacêutica do Brasil Ltda. e AB Farmo Química Ltda. (representadas nos autos por Aurobindo Pharma Indústria Farmacêutica Ltda.), Brasvit Indústria e Comércio Ltda., Pharma Nostra Comercial Ltda., César Augusto Alexandre Fonseca, Daniela Bosso Fujiki, Flávio Garcia da Silva, Francisco Sampaio Vieira de Faria, José Augusto Alves Lucas, Premanandam Modapohala, Ronaldo Alexandre Fonseca e Vittorio Tedeschi	Secretaria de Direito Econômico Ex officio
08012.008850/2008-94	Brasil Sul Indústria e Comércio Ltda.; Lógica Lavanderia e Limpeza Ltda.; Lavanderia São Sebastião de Nilópolis Ltda.; Ferlim Serviços Técnicos Ltda.; Lido Serviços Gerais Ltda.; Prolav Serviços Técnicos Ltda.; Sindicato das Empresas de Lavanderias e Similares no Rio de Janeiro – SINDILAV; Atmosfera Gestão e Higienização de Têxteis S.A.; Altineu Pires Coutinho; Marcelo Cortes Freitas Coutinho; Antônio Augusto Menezes Teixeira; Altivo Augusto Gold Bittencourt Pires; Gilberto da Silveira Córrea; José Otávio Kudsi Macedo; Geraldo da Costa	Secretaria de Direito Econômico Ex officio

	Brito; Celso Quintanilha D'Avilla; Luiz de Mello Maia Filho; Leonardo Luis Roedel Ascenção; Raphael Cortes Freitas Coutinho; Julio César Canova.	
08012.008855/2003-11	Intercement Brasil S.A. (antiga Camargo Corrêa Cimentos S.A.), CCB Cimpor Cimentos do Brasil Ltda., Ciplan – Cimento Planalto S.A., Votorantim Cimentos Ltda., Cia. de Cimento Itambé, Holcim Brasil S.A., Lafarge Brasil S.A., Itabira Agro Industrial S.A., Itautinga Agro Industrial S.A., Cimentos do Brasil S.A. – Cibrasa, Itapicuru Agro Industrial S.A., Itapissuma S.A., Ibacip – Indústria Barbalhense de Cimento Portland S.A., Itapetinga Agro Industrial S.A., Itapessoca Agro Industrial S.A., Itaguassu Agro Industrial S.A., Cimento Tupi S.A. (incorporadora da antiga CP Cimento e Participações S.A.) e Empresa de Cimentos Liz S.A. (antiga Soeicom S.A. – Sociedade de Empreendimentos Industriais, Comerciais e Mineração)	Secretaria de Acompanhamento Econômico
08012.011791/2010-56	Associação dos Despachantes e Auto escolas de Santa Bárbara D'Oeste, Centro de Formação de Condutores Estrela Ltda., Centro de Formação de Condutores Alves Ltda. ME (Auto Escola e Despachante Helly), Centro de Formação de Condutores Mundial Ltda. ME (Auto Escola e Despachante Mundial), Centro de Formação de Condutores Santa Bárbara Ltda. ME (Auto Escola e Despachante Santa Bárbara), Auto Escola Sinal Verde, Martignago Centro de Formação Ltda. ME (Auto Escola Pérola), Centro de Formação de Condutores Blitz Ltda. ME (Auto Escola Blitz), Centro de Formação de Condutores Brasil SBO S/C Sociedade Ltda. (Auto Escola Brasil), Centro de Formação de Condutores Reis Ltda. ME (Auto Escola e Despachante Reis), Centro de Formação de Condutores Borges & Castro Ltda. ME (Auto Escola e Despachante União), Auto Escola Brasil, Despachante e Autoescola Excelsior Ltda. (Despachante Excelsior), Paiosin & Paiosin Ltda. (Despachante Central), Despachante Veloz S/C Ltda. (Despachante Veloz), Paulo Amaro Andrade (Despachante Avenida), Neli Tadin Reis (Despachante Europa), Maria de Lurdes Camilo (Despachante Expresso), Deise Aparecida de Araújo Fernandes (Despachante Pontual), Vorney Caetano ME (Auto Escola Santa Rita), Carvalho & Carvalho Auto Moto Escola Ltda. ME (Auto Escola VIP), Centro de Formação de Condutores Quatro Rodas Ltda. ME (Auto Escola Quatro Rodas), M3 Despachante Ltda. ME, Criar Prestadora de Serviços Internet Ltda. ME, José Carlos dos Reis e Claudionor Nivaldo Theodoro	Ministério Público do Estado de São Paulo
08700.001640/2013-84	Xiamen Mcham Laboratories Ltda	Secretaria de Direito Econômico Ex officio
08700.003447/2015-40	Sindicato do Comércio Varejista de Derivados de Petróleo de Mato Grosso – Sindipetroleo; José Fernando Chaparro; Bruno Borges; Marcos Rosendo da Silva; Edson Lincoln Alvarez Rocha; Waldir Chechet Junior; Laura Cristina de Lima Souza; Orisvaldo Jacomini; Paulo Roberto da Costa Passos; Benedito Pedro Gonçalves; Luiz Carlos Galvan; Gérsio Marcelino Mendonça Júnior; José Roberto Borges Porto; Marli Isabel Tiecher; Nilson Roberto Teixeira; Carlos Simarelli Júnior; Elias Vanin; Artur Abrão Abdo; Antônio Carlos de Abreu; Daniel Locatelli; Nosso Posto: Posto de Combustível Santa Marta; Free Comércio de Combustíveis; M.A Comércio de Combustíveis Ltda.; Auto Posto Atacadão Ltda.; Auto Posto Vitória Ltda.; Rosendo Comércio de Combustíveis; Posto da Avenida XV de Novembro; Rede de Postos Santa Maria Ltda.; Posto da Av. Filinto Müller, 1717; Posto Nova Esperança; Posto Free; Posto Ponte Nova Ltda.; Auto Posto Pindorama Ltda.; Gonçalves & Gonçalves A.P. CBA Ltda.; Paradise Auto Posto Cuiabá Ltda.; Panamericano Auto Posto Cuiabá Ltda.; Papai Auto Posto Cuiabá Ltda.; Comercial Amazônia de Petróleo Ltda.; Posto Locatelli; Castoldi Park Auto Posto Ltda.; Castoldi Auto Posto 10 Ltda.; Castoldi Comércio de Petróleo Ltda.; Castoldi & Castoldi Ltda.; Jaboque Comércio e Derivados de Petróleo Ltda.; Teixeira & Pereira Ltda.; América Auto Posto I, Matriz; Posto América; Teixeira & Scalossi; Petrobras Distribuidora S.A.; Jacar Distribuidora de Petróleo; Watt Distribuidora Brasileira de Combustíveis e Derivados de Petróleo; Petroluz Distribuidora Ltda.; Idaza Distribuidora de Petróleo Ltda.; Companhia Brasileira de Petróleo Ipiranga. Simarelli Distribuidora de Derivados de Petróleo Ltda.; Vitória Petros Distribuidora de Combustíveis e Derivados de Petróleo Ltda.; N. Posto Distribuidora de Combustíveis e Derivados de Petróleo Ltda.	Ministério Público do Estado do Mato Grosso
08700.006551/2015-96	Carlos Eduardo Correia dos Reis e Valdenir Neves dos Reis	Cadê Ex officio
08700.009161/2014-97	Hong Kong Petrochemical Co. Ltd, Annie Chung, Richard J. Do e Paul C. W. Kim	SDE Ex officio CADE Ex officio
08700.009509/2012-84	The Carbide Graphite Group	Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro
08012.000030/2011-50	Toesa Service Ltda., Troiakar Danaren Oficina Multimarcas Ltda., Peça Oil Distribuidora Ltda., Scar Rio Peças e Serviços Ltda. e Multi Service de Duque de Caxias Comércio e Locação de Veículos Ltda.	Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro
08012.000377/2004-73	Clínica Santa Cecília Ltda., Clínica Ortopédica e Traumatológica Ltda. EPP - CLIORT, Hospital Sobaby Ltda. (nova denominação social da Clínica Sobaby	Ministério Público da

	Ltda.), Empreendimentos Médico-Cirúrgicos Ltda. - EMEC, Hospital e Clínica São Matheus Ltda., Grupo Hospitalar Matter Dei Ltda. EPP (Hospital Matter Dei Ltda.), Hospital de Traumatologia e Ortopedia Ltda. - HTO, Unimed Feira de Santana Cooperativa de Trabalho Médico (Hospital Unimed Feira de Santana), Associação de Hospitais e Serviços de Saúde do Estado da Bahia - AHSEB e Sindicato dos Hospitais e Estabelecimentos de Serviços de Saúde do Estado da Bahia - SINDHOSBA	Bahia, Sul América Saúde S/A e União Nacional das Instituições de Autogestão em Saúde – UNIDAS
08012.001273/2010-24	Astéria Incorporações e Construções Ltda.; Aquecedor Solar Transsen Ltda.; Tuma Instalações Térmicas Ltda.; Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento; Enalter Engenharia, Indústria e Comércio Ltda.; Bosch Termotecnologia Ltda. (nova denominação da Heliotek Máquinas e Equipamentos Ltda.); Sol Tecnologia em Energias Renováveis e Obras Ltda. (antiga Soletrol Tecnologia em Energias Renováveis e Obras Ltda.); José Ronaldo Kulb e Paulo Sérgio Ferrari Mazzon	Grupo de Atuação Especial de Recuperação de Ativos e Repressão aos Crimes de Formação de Cartel e Lavagem de Dinheiro do Ministério Público do Estado de São Paulo – GEDEC/MP/S P
08012.004430/2002-43	Associação das Indústrias Extrativas de Areia do Noroeste do Paraná - A.P.A., Baleal Indústria e Comércio de Areia Ltda. (Porto Paraná/Porto de Areia Alvorada), Comercial de Areia Unidos Ltda. (Mineração Unidos), Daniel de Oliveira e Cia Ltda. (Porto de Areia Pioneiro), Extrativa de Areia Dom Camilo Ltda. (Porto de Areia Dom Camilo), Indústria Extrativa de Areia e Pedra Vera Cruz Ltda. (Porto de Areia Pontal), JM Lada e Cia Ltda. (Mineração Porto Rico), Manoel Cruz Malassise Neto, MGA Mineração e Geologia Aplicada Ltda., Mineração Nova Londrina Ltda., Porto de Areia Cristo Rei Ltda., Vilmar Pasqualli e Cia Ltda. (Porto de Areia São José), André Costa Naschenveng, Geraldo José Bacchi da Silva e Kleber da Silva Mendes.	Sindicato do Comércio Varejista de Ferragens, Tintas, Madeiras, Materiais Elétricos, Hidráulicos e Materiais para Construção de Maringá e Região - SIMATEC e Ministério Público do Estado do Paraná.
08012.006685/2004-11	Sindicato dos Concessionários e Distribuidores de Veículos – Sincodiv/DF, Roberto de Oliveira Lima, Luis Fernando Machado e Silva, Autohaus DF Comércio de Veículos e Peças Ltda., Bali – Brasília Automóveis Ltda., Brasal – Brasília Automóveis Ltda., Brasal Importados Ltda., Brasília Motors S.A., Bravesa - Brasília Veículos S.A., Coima Veículos Ltda., C.V.P Comercial de Veículos e Peças Ltda., Dakar Automóveis Ltda., DF Veículos Ltda., Disbrave Dist. Brasília de Veículos S.A., Esave Veículos, Grand Premier Veículos Ltda., Jorlan S.A. - Veículos Automotores Imp., Kyoto Star Motors Ltda., Moto Agrícola Slavieiro S.A., Nara Veículos Ltda., OK Automóveis Peças e Serviços Ltda., Olympique - Distribuidora de Veículos, Orca Veículos Ltda., Planeta Veículos Ltda., Premier Veículos Ltda., Premiere Distribuidor de Veículos Ltda., Quality Hyundai Veículos Peças e Serviços Ltda., Saga S.A. Goiás de Automóveis, Saint Moritz Distribuidor de Veículos, Smaff Automóveis S.A., Taguato - Taguatinga Autom. e Serv. Ltda., Tecar DF Veículos e Serviços Ltda., Única Brasília Automóveis Ltda. e Welt Motors Ltda.	SDE Ex officio Comitê de Integração de Entidades Fechadas de Assistência à Saúde – Ciefas (atualmente designado União Nacional das Instituições
08012.006969/2000-75	Hospital Santa Lúcia S.A., Hospital Santa Luzia S.A., Hospital Anchieta, Hospital Daher Lago Sul, Hospital Santa Marta Ltda., Hospital Geral e Ortopédico, Hospital Santa Helena, Hospital São Francisco, Hospital São Lucas, Hospital Prontonorte Ltda., Hospital Brasília – LAF, Promédica Clínica Ltda., Sindicato Brasiliense de Hospitais, Associação de Médicos de Hospitais Privados do Distrito Federal, Associação Médica de Assistência Integrada, União Nacional das Instituições de Autogestão em Saúde e Centro Médico Hospitalar Renascer	

		de Autogestão em Saúde – Unidas)
08012.007356/2010-27	ISO-METRO Comercial Ltda., METROLAB Calibrações Ltda., Metrologia 9000 Ltda., Precision Instrumentação e Comércio Ltda., Almir Fernandes, Antônio Carlos da Costa Neves, Luciano de Aquino e Nelson Siqueira Salgado Filho	Ministério Público do Estado de São Paulo
08012.007818/2004-68	Eric Jacques Marie Mignonat e Raymond Ernest Reber	SDE Ex officio
08012.008184/2011-90	Consladel Construtora e Laços Detetores e Eletrônica Ltda.; Ensin Empresa Nacional de Sinalização e Eletrificação Ltda.; Arco-Íris Sinalização Viária Ltda.; Faconstru Construção, Sinalização, Administração e Participações Ltda.; Ilumi-Tech Construtora Civil e Iluminação Ltda.; e Orbstar Indústria, Comércio e Serviços Ltda.	Câmara Municipal de Jahu/São Paulo
08012.008847/2006-17	Alex Oliveira Bourguignon, Anderson Emanuel Pizzaia Bazilio de Souza, Antonio Edmar Bourguignon, Deoclides Antonio Bastos de Oliveira, Luiz Eduardo de Carvalho, Marcos Antonio Oliveira, Rogério Bastos de Oliveira, Ruy Poncio, Vicente Henriques Nogueira, Arara Azul Rede de Postos Ltda., Auto Posto Araças Ltda., Auto Posto Miramar Ltda., Auto Serviço Aeroporto Ltda., Auto Serviço Lorenção Ltda., Auto Serviço Oliva Ltda., Comércio Pioneiro do Gás Ltda., Macel Comercial Ltda., Petro Gás Comercial Ltda., Polus Comercio e Serviços Ltda., Derivados de Petróleo Santa Inês Ltda., Posto América Ltda., Posto Aribiri do Gás Ltda., Posto Camburi do Gás Ltda., Posto Chegada Ltda., Posto Divino Ltda., Posto Eucalipto Ltda., Posto Iate Ltda., Posto Itapoã Ltda., Posto Jardim América do Gás Ltda., Posto Kadillac Ltda., Posto Mais Comércio e Representações Ltda., Posto Marcela Ltda., Posto McLaren Ltda., Posto Mediterrâneo Ltda., Posto Oceânico Ltda., Posto Oliveira Ltda., Posto Thiago Ltda., Posto 1 Ltda.	Ministério Público do Estado do Espírito Santo
08012.009264/2002-71	Graftech Brasil Ltda., Graftech International Ltd., Mitsubishi Corporation, Tokai Carbon Co. Ltd., SEC Carbon Limited, SGL Carbon SE, Showa Denko K.K., Nippon Carbon Co. Ltd.	Secretaria de Acompanhamento Econômico do Ministério da Fazenda
08012.009462/2006-69	ABRINQ – Associação Brasileira dos Fabricantes de Brinquedos e Synésio Batista da Costa	Mattel do Brasil Ltda.
08012.009885/2009-21	SAENGE Engenharia de Saneamento e Edificações Ltda., Ônix Construções S.A. (atual denominação de CONCIC Construções Especiais S.A.), Luiz Arnaldo Pereira Mayer, Marcos Assumpção Pacheco de Medeiros, Antonio Silva de Góes, João Antônio da Silva Saramago, Paulo Bie, Marcus Perdiz da Silva	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP
08012.010187/2004-64	Alkmim Teixeira & Teixeira S/C Ltda. (razão social de Hospital Renascentista), Hospital e Clínicas Santa Paula Ltda., Corpus Hospitalar Ltda., Associação de Hospitais de Minas Gerais e Associação Médica de Pouso Alegre	Allianz Saúde S.A.
08012.010932/2007-18	Flexomarine S.A. (nova denominação da Pagé Oil & Marine Products Ltda.), Flexomarine Empreendimentos e Participações Ltda., Pagé Indústria de Artefatos de Borracha Ltda., Goodyear do Brasil Produtos de Borracha Ltda., The Yokohama Rubber Co., Ltd., Sumitomo Rubber Industries, Ltd., Trelleborg Industrie SAS, Manuli Rubber Industries SpA, Dunlop Oil and Marine Ltd., Bridgestone Corporation, Parker ITR S.r.L., Massimo Nebiolo, Antonio Carlos Araes, Maria Lúcia Peixoto Ferreira Ribeiro de Lima, Silvio Jorge Rabello, Teruo Suzuki, Fumihiko Yazaki, Hajime Kojima, Yukinori Honda, Kota Kusaba, Kazuki Kobayashi	SDE Ex officio
08012.011437/201021	Alfa Construções de Muriaé Ltda., Construtora CGL Ltda., Hel Construções Ltda., M.R.T. Construções de Muriaé Ltda., Pereira e Camillo Construtora Ltda., SRQ Construções Ltda. (atual razão social da Terraplanagem e Construções Medeiros de Muriaé Ltda.), WGO Empreiteira e Terraplanagem Ltda.	Ministério Público do Estado de Minas Gerais
08012.012032/2007-13	Comitê de Integração das Entidades de Representação dos Médicos e dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde - CIER - Saúde, Instituto do Sangue Ltda., Hemolabor Hematologia e Laboratório de Pesquisa Clínicas, Instituto de Hemoterapia de Goiânia, Associação de Combate ao Câncer em Goiás – Banco de Sangue do Hospital Araújo Jorge, Banco de Sangue Modelo de Anápolis e Associação Brasileira de Sangue - ABBS	Ministério Público Federal
08700.005326/2013-70	Órgão de Gestão de Mão de Obra do Trabalho Portuário Avulso do Porto Organizado de Porto Alegre/RS – OGMO/POA, D&F Logística e Representação Ltda., Sirius – Assessoria Comercial Ltda., AGM Operadora Portuária Ltda., Agência Marítima Orion Ltda.	Agência Nacional de Transportes

		Aquaviários – ANTAQ
08700.007247/2014-85	Hydro Aluminium Deutschland GmbH (sucessora legal da Vaw Aluminium AG)	CADE Ex officio
08700.007611/2012-45	VA Tech Transmission & Distribution GmbH, Areva T&D, Siemens AG, Alstom Holding S.A.	SDE Ex officio
08700.011276/2013-60	Walter Marzagão Beringhs e Amilton Bento	CADE Ex officio

Code for the Baseline Simulation: The Model of Cartels in the Presence of a Corporate Leniency Program

The case of non-linear $p(\lambda L+R)$:

$$p(\lambda L+R) = \frac{\tau}{\xi + \nu (\lambda L+R)^\rho}$$

November 11, 2012
Myong-Hun Chang
Department of Economics
Cleveland State University
Cleveland, OH 44115
216-687-4523
m.chang@csuohio.edu

Preliminary

Call Packages and Set the Text Style

```
<< MultivariateStatistics` ;  
  
$TextStyle = {FontFamily -> "Helvetica", FontSize -> 10}  
{FontFamily -> Helvetica, FontSize -> 10}
```

Specify the distributions

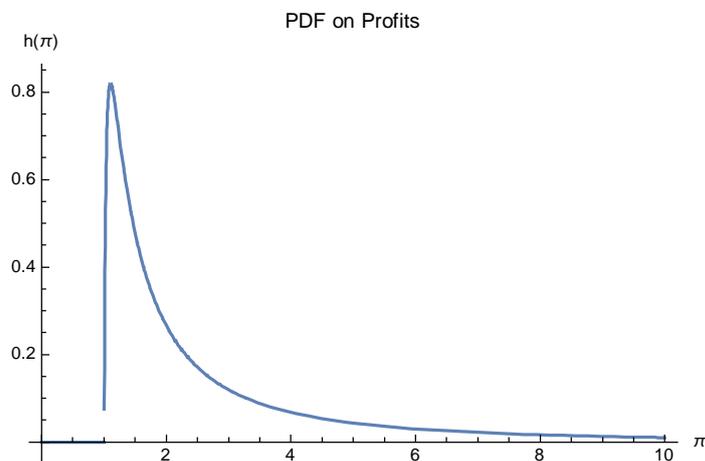
Specify LogNormal Distribution on Profit Shocks

```
pftmin = 1; (*  $\underline{\pi}$  *)
pftmax = 100; (*  $\bar{\pi}$  *)
pftdist = LogNormalDistribution [0, 1.5]; (* CDF on profit shocks *)
```

```
 $\mu$  = NIntegrate [x * PDF [pftdist, x - pftmin], {x, pftmin,  $\infty$ }]
(* Mean of the distribution *)
```

```
4.08022
```

```
Plot [PDF [pftdist, i - pftmin], {i, 0, 10}, PlotRange  $\rightarrow$  All,
  AxesLabel  $\rightarrow$  {" $\pi$ ", "h( $\pi$ )"}, PlotLabel  $\rightarrow$  "PDF on Profits"]
```



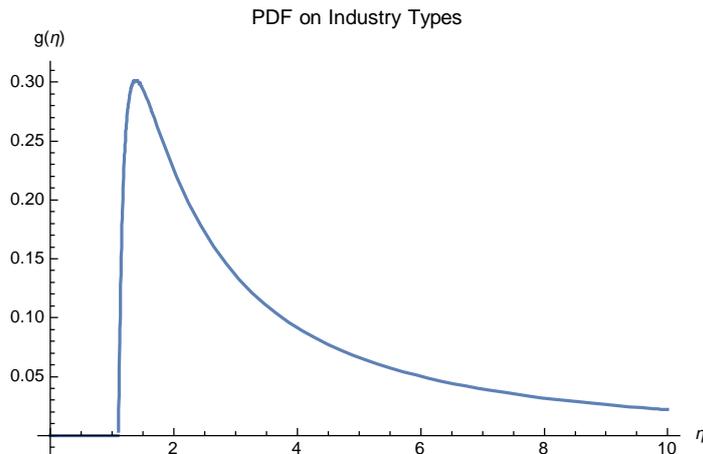
```
(* Note:
```

```
LogNormalDistribution is defined for  $[0, \infty)$ . Since  $\pi \in [\text{pftmin}, \text{pftmax}]$ ,
we write PDF [pftdist,  $\pi - \text{pftmin}$ ]. *)
```

Specify Log Normal Distribution on Industry Types

```
 $\eta_{\min}$  = 1.1; (*  $\underline{\eta}$  *)
 $\eta_{\max}$  = 10; (*  $\bar{\eta}$  *)
 $\eta_{\text{dist}}$  = LogNormalDistribution [1, 1.5]; (* CDF on industry types *)
```

```
Plot[PDF[ηdist, i - ηmin], {i, 0, 10}, PlotRange -> All,
  AxesLabel -> {"η", "g(η)"}, PlotLabel -> "PDF on Industry Types"]
```



```
NIntegrate[i * PDF[ηdist, i - ηmin], {i, ηmin, ∞}] (* Mean of the distribution *)
9.4729
```

```
(* Note: LogNormalDistribution is defined for [0,∞]. Since η ∈ [ηmin, ηmax],
we write PDF[ηdist, η - ηmin]. *)
```

```
(* Prepare η for computing η̂. *)
```

```
(* Specify the level of precision *)
```

```
ηprecis = 0.01;
```

```
Yprecis = 0.000001;
```

```
Sprecis = 0.01;
```

```
(* Create the grid, Γ(ηmin, ηmax),
```

```
by dividing [ηmin, ηmax] into n equal pieces *)
```

```
n = 1001;
```

```
h =  $\frac{\eta_{\max} - \eta_{\min}}{n - 1}$ ;
```

```
eitaVal = Table[N[j], {j, ηmin, ηmax, h}];
```

```
eitaPos = Table[j, {j, 1, Length[eitaVal], 1}];
```

Cartel Model with (θ, ω) Leniency Program

Define Functions and Procedures

Functions and Procedure for computing $\hat{\eta}$

Functions for Computing $\hat{\eta}$

$$W[\mathbf{Y}_-] := \frac{(1 - \kappa) * (1 - \delta) * \alpha * \mu + \kappa * \mathbf{Y}}{1 - \delta * (1 - \kappa)};$$

$$\phi[\mathbf{Y}_-, \eta_-, \mathbf{xr}_-, \mathbf{xs}_-] := \left(\delta * (\mathbf{1} - \mathbf{q} * \mathbf{xr} * \mathbf{xs}) * (\mathbf{1} - \kappa) * (\mathbf{Y} - \alpha * \mu) - \gamma * (\mathbf{1} - \delta * (\mathbf{1} - \kappa)) * (\mathbf{q} * \mathbf{xr} * \mathbf{xs} - \text{Min}[\mathbf{q} * \mathbf{xr} * \mathbf{xs}, \theta]) * (\mathbf{Y} - \alpha * \mu) \right) / \left((\mathbf{1} - \delta * (\mathbf{1} - \kappa)) * (\eta - \mathbf{1}) \right);$$

$$\mathbf{A}[\mathbf{Y}_-, \mathbf{xr}_-, \mathbf{xs}_-] := \delta * \mathbf{W}[\mathbf{Y}] - (\mathbf{1} - \delta) * \mathbf{q} * \mathbf{xr} * \mathbf{xs} * \gamma * (\mathbf{Y} - \alpha * \mu);$$

$$\mathbf{B}[\mathbf{Y}_-, \mathbf{xr}_-, \mathbf{xs}_-] :=$$

$$\delta * (\mathbf{1} - \mathbf{q} * \mathbf{xr} * \mathbf{xs}) * \mathbf{Y} + \delta * \mathbf{q} * \mathbf{xr} * \mathbf{xs} * \mathbf{W}[\mathbf{Y}] - (\mathbf{1} - \delta) * \mathbf{q} * \mathbf{xr} * \mathbf{xs} * \gamma * (\mathbf{Y} - \alpha * \mu);$$

$$\mathbf{AA}[\mathbf{Y}_-] := \delta * \mathbf{W}[\mathbf{Y}] - (\mathbf{1} - \delta) * \omega * \gamma * (\mathbf{Y} - \alpha * \mu);$$

$$\psi[\mathbf{Y}_-, \eta_-, \mathbf{xr}_-, \mathbf{xs}_-] :=$$

$$\text{If}[\mathbf{q} * \mathbf{xr} * \mathbf{xs} \leq \theta,$$

$$\text{If}[\phi[\mathbf{Y}, \eta, \mathbf{xr}, \mathbf{xs}] \leq \text{pftmin},$$

$$(\mathbf{1} - \delta) * \alpha * \mu + \mathbf{A}[\mathbf{Y}, \mathbf{xr}, \mathbf{xs}],$$

$$\text{If}[\phi[\mathbf{Y}, \eta, \mathbf{xr}, \mathbf{xs}] \geq \text{pftmax},$$

$$(\mathbf{1} - \delta) * \mu + \mathbf{B}[\mathbf{Y}, \mathbf{xr}, \mathbf{xs}],$$

$$(\mathbf{1} - \delta) * \alpha * \mu + (\mathbf{1} - \delta) * (\mathbf{1} - \alpha) * \text{NIntegrate}[\mathbf{x} * \text{PDF}[\text{pftdist}, \mathbf{x} - \text{pftmin}], \{\mathbf{x}, \text{pftmin}, \phi[\mathbf{Y}, \eta, \mathbf{xr}, \mathbf{xs}]\}, \text{MaxRecursion} \rightarrow 20] +$$

$$\left(\delta * (\mathbf{1} - \mathbf{q} * \mathbf{xr} * \mathbf{xs}) * \frac{(\mathbf{1} - \delta) * (\mathbf{1} - \kappa)}{\mathbf{1} - \delta * (\mathbf{1} - \kappa)} * (\mathbf{Y} - \alpha * \mu) \right) *$$

$$\text{CDF}[\text{pftdist}, \phi[\mathbf{Y}, \eta, \mathbf{xr}, \mathbf{xs}] - \text{pftmin}] + \mathbf{A}[\mathbf{Y}, \mathbf{xr}, \mathbf{xs}]]],$$

$$\text{If}[\phi[\mathbf{Y}, \eta, \mathbf{xr}, \mathbf{xs}] \leq \text{pftmin},$$

$$(\mathbf{1} - \delta) * \alpha * \mu + \mathbf{AA}[\mathbf{Y}],$$

$$\text{If}[\phi[\mathbf{Y}, \eta, \mathbf{xr}, \mathbf{xs}] \geq \text{pftmax},$$

$$(\mathbf{1} - \delta) * \mu + \mathbf{B}[\mathbf{Y}, \mathbf{xr}, \mathbf{xs}],$$

$$(\mathbf{1} - \delta) * \alpha * \mu + (\mathbf{1} - \delta) * (\mathbf{1} - \alpha) * \text{NIntegrate}[\mathbf{x} * \text{PDF}[\text{pftdist}, \mathbf{x} - \text{pftmin}], \{\mathbf{x}, \text{pftmin}, \phi[\mathbf{Y}, \eta, \mathbf{xr}, \mathbf{xs}]\}, \text{MaxRecursion} \rightarrow 20] +$$

$$\left(\delta * (\mathbf{1} - \mathbf{q} * \mathbf{xr} * \mathbf{xs}) * \frac{(\mathbf{1} - \delta) * (\mathbf{1} - \kappa)}{\mathbf{1} - \delta * (\mathbf{1} - \kappa)} * (\mathbf{Y} - \alpha * \mu) + (\mathbf{1} - \delta) * (\omega - \mathbf{q} * \mathbf{xr} * \mathbf{xs}) * \gamma * (\mathbf{Y} - \alpha * \mu) \right) * \text{CDF}[\text{pftdist}, \phi[\mathbf{Y}, \eta, \mathbf{xr}, \mathbf{xs}] - \text{pftmin}] + \mathbf{AA}[\mathbf{Y}]]]$$

$$];$$

(* Identify $\mathbf{Y}^*(\eta)$ *)

$$\text{optY}[\mathbf{a}_-, \mathbf{b}_-, \mathbf{c}_-, \mathbf{xr}_-, \mathbf{xs}_-] :=$$

$$(\mathbf{x} = \mathbf{a};$$

$$\text{While}[\mathbf{x} - \psi[\mathbf{x}, \mathbf{b}, \mathbf{xr}, \mathbf{xs}] \geq \mathbf{c},$$

$$\mathbf{x} = \psi[\mathbf{x}, \mathbf{b}, \mathbf{xr}, \mathbf{xs}];$$

$$];$$

$$\mathbf{x}$$

$$);$$

(* bisection method for locating $\hat{\eta}$ *)

$$\text{bisect}[\mathbf{a}_-, \mathbf{b}_-, \mathbf{xr}_-, \mathbf{xs}_-] :=$$

```

    (mid = a + Floor[ $\frac{b-a}{2}$ ];
    Ymid = optY[ $\mu$ , eitaVal[[mid]], Yprecis, xr, xs];
    If[Ymid -  $\alpha * \mu \leq$  Sprecis,
      ceil = mid;
      Yceil = Ymid,
      flr = mid;
      Yflr = Ymid;
    ];
  );

```

Procedure for Computing $\hat{\eta}$

```

procEitaHat [yr_, ys_] :=
  (
    (* Identify fixed points with the bisection method *)
    flr = 1;
    ceil = Length[eitaVal];
    Yflr = optY[ $\mu$ , eitaVal[[flr]], Yprecis, yr, ys];
    Yceil = optY[ $\mu$ , eitaVal[[ceil]], Yprecis, yr, ys];
    If[(Yflr -  $\alpha * \mu >$  Sprecis) && (Yceil -  $\alpha * \mu \leq$  Sprecis),
      While[ceil - flr > 1,
        bisect[flr, ceil, yr, ys];
      ];
       $\eta$ hat = eitaVal[[flr]];
       $\eta$ hatPos = flr;
    ,
    If[(Yflr -  $\alpha * \mu \leq$  Sprecis) && (Yceil -  $\alpha * \mu \leq$  Sprecis),
       $\eta$ hat = eitaVal[[flr]];
       $\eta$ hatPos = flr;
    ,
    Print[" $\hat{\eta}$  is out of bounds:  $\hat{\eta} = \bar{\eta}$ ."];
  ];
);
(* Compute  $Y^*$  and  $\phi^*$  *)
Ystar = Table[optY[ $\mu$ , eitaVal[[i]], Yprecis, yr, ys], {i, 1,  $\eta$ hatPos}];
phistar = Table[ $\phi$ [Ystar[[i]], eitaVal[[i]], yr, ys], {i, 1,  $\eta$ hatPos}];

(* return  $\hat{\eta}$ ,  $\hat{\eta}$ 's position,  $Y^*$ ,  $\phi^*$  *)
{ $\eta$ hat,  $\eta$ hatPos, Ystar, phistar}
)

```

Functions and Procedure for computing $p[L, R]$

Functions for computing L: mass of cartel cases generated by the leniency program

```

F1[x_, xr_, xs_] :=
  (If[eitaVal[[x]] == ηmin, 0, (1 - CDF[pftdist, phistar[[x]] - pftmin]) *
    ((κ * (1 - q * xr * xs) * CDF[pftdist, phistar[[x]] - pftmin]) /
      (1 - (1 - κ) * (1 - q * xr * xs) * CDF[pftdist, phistar[[x]] - pftmin])) *
    PDF[ηdist, eitaVal[[x]] - ηmin]);

```

Functions for computing R: mass of cartel cases not through the leniency program

```

F2[x_, xr_, xs_] := (If[eitaVal[[x]] == ηmin, 0,
  ((q * xr * κ * (1 - q * xr * xs) * CDF[pftdist, phistar[[x]] - pftmin]) /
    (1 - (1 - κ) * (1 - q * xr * xs) * CDF[pftdist, phistar[[x]] - pftmin])) *
  PDF[ηdist, eitaVal[[x]] - ηmin]);
F3[x_, xr_, xs_] := (If[eitaVal[[x]] == ηmin, 0,
  ((q * xr * CDF[pftdist, phistar[[x]] - pftmin]) * κ *
    (1 - q * xr * xs) * CDF[pftdist, phistar[[x]] - pftmin]) /
    (1 - (1 - κ) * (1 - q * xr * xs) * CDF[pftdist, phistar[[x]] - pftmin])) *
  PDF[ηdist, eitaVal[[x]] - ηmin]);

```

Procedure for computing p[L, R]

```

procPLR[yr_, ys_] :=
  (
    (* compute η̂ *)
    procEitaHat[yr, ys]; (* ηdata={ηhat, ηhatPos, Ystar, phistar} *)

    (***** L:mass of cartel cases
      generated by the leniency program *****)
    (***** 0 if q*r*s ≤ θ *****)
    (*****
      ∫η̂η̂ (1 - H(φ*(qrs, η)))  $\frac{\kappa(1-qrs)H(\phi^*(qrs, \eta))}{1 - (1-\kappa)(1-qrs)H(\phi^*(qrs, \eta))}$  g(η) dη if q*r*s > θ *****)
    If[ηhatPos > 0,
      If[q * yr * ys ≤ θ,
        L = 0,
        pnts = Table[h * F1[i, yr, ys], {i, 1, ηhatPos, 1}];
        pnts = ReplacePart[pnts,  $\frac{h}{2}$  * F1[1, yr, ys], 1];
        pnts = ReplacePart[pnts,  $\frac{h}{2}$  * F1[ηhatPos, yr, ys], ηhatPos];
        L = Apply[Plus, pnts];
      ],
      Print["NO CARTELS EVER: η̂ = η̂"];
      L = 0;
    ];
  );

```

```

(***** R:mass of cartel cases
not through the leniency program *****)
(***** qr  $\int_{\underline{\eta}}^{\hat{\eta}} \frac{\kappa(1-qrs)H(\phi^*(qrs,\eta))}{1-(1-\kappa)(1-\sigma)H(\phi^*(\eta))} g(\eta) d\eta$  if  $q*yr*s \leq \theta$  *****)
(*****
qr  $\int_{\underline{\eta}}^{\hat{\eta}} H(\phi^*(qrs,\eta)) \frac{\kappa(1-qrs)H(\phi^*(qrs,\eta))}{1-(1-\kappa)(1-qrs)H(\phi^*(qrs,\eta))} g(\eta) d\eta$  if  $q*yr*s > \theta$  *****)
If[ $\eta$ hatPos > 0,
If[q*yr*s ≤  $\theta$ ,
pnts = Table[h * F2[i, yr, ys], {i, 1,  $\eta$ hatPos, 1}];
pnts = ReplacePart[pnts,  $\frac{h}{2}$  * F2[1, yr, ys], 1];
pnts = ReplacePart[pnts,  $\frac{h}{2}$  * F2[ $\eta$ hatPos, yr, ys],  $\eta$ hatPos],
pnts = Table[h * F3[i, yr, ys], {i, 1,  $\eta$ hatPos, 1}];
pnts = ReplacePart[pnts,  $\frac{h}{2}$  * F3[1, yr, ys], 1];
pnts = ReplacePart[pnts,  $\frac{h}{2}$  * F3[ $\eta$ hatPos, yr, ys],  $\eta$ hatPos]];
R = Apply[Plus, pnts];
,
Print["NO CARTELS EVER:  $\hat{\eta} = \underline{\eta}$ "];
R = 0;
];

(***** Compute  $s=p(L,R) = \frac{\tau}{\xi + \nu(\lambda L + R)^\rho}$ , where  $\xi \geq \tau$  *****)
{  $\frac{\tau}{\xi + \nu(\lambda L + R)^\rho}$ , L, R, L + ys * R }
);

```

Functions and Procedure for computing $1 - \tilde{\beta}(0)$: Mass of Cartels

Functions for computing $1 - \tilde{\beta}(0)$: Mass of Cartels

```

b0[x_, xr_, xs_] := (1 - (1 - q * xr * xs) * CDF[pftdist, phistar[[x]] - pftmin]) /
(1 - (1 -  $\kappa$ ) * (1 - q * xr * xs) * CDF[pftdist, phistar[[x]] - pftmin]);
f0[x_, xr_, xs_] := (If[eitaVal[[x]] ==  $\eta$ min, 0,
(1 - b0[x, xr, xs]) * PDF[ $\eta$ dist, eitaVal[[x]] -  $\eta$ min]);

```

Procedure for computing $1 - \tilde{\beta}(0)$: Mass of Cartels

```

procCMS [yr_, ys_] :=
  (If[ηhatPos > 1,
    pnts = Table[h * f0[i, yr, ys], {i, 1, ηhatPos, 1}];
    pnts = ReplacePart[pnts,  $\frac{h}{2}$  * f0[1, yr, ys], 1];
    pnts = ReplacePart[pnts,  $\frac{h}{2}$  * f0[ηhatPos, yr, ys], ηhatPos];
    cartelMass = Apply[Plus, pnts];
    ,
    Print["NO CARTELS EVER:  $\hat{\eta} = \underline{\eta}$ "];
    cartelMass = 0;
  ];
  cartelMass
);

```

Functions and Procedure for computing cartel durations

Functions for computing $\tilde{\beta}(l)$: Mass of Cartels of Duration l

```

bl[l_, x_, xr_, xs_] := ((1 - (1 - q * xr * xs) * CDF[pftdist, phistar[[x]] - pftmin]) /
  (1 - (1 - κ) * (1 - q * xr * xs) * CDF[pftdist, phistar[[x]] - pftmin])) *
  κ * (CDF[pftdist, phistar[[x]] - pftmin] * (1 - q * xr * xs))^l;
fl[l_, x_, xr_, xs_] := (If[eitaVal[[x]] == ηmin, 0,
  bl[l, x, xr, xs] * PDF[ηdist, eitaVal[[x]] - ηmin]);
gl[l_, xr_, xs_] := (If[ηhatPos > 1,
  pnts = Table[h * fl[l, i, xr, xs], {i, 1, ηhatPos, 1}];
  pnts = ReplacePart[pnts,  $\frac{h}{2}$  * fl[l, 1, xr, xs], 1];
  pnts = ReplacePart[pnts,  $\frac{h}{2}$  * fl[l, ηhatPos, xr, xs], ηhatPos];
  area = Apply[Plus, pnts];
  area = 0;
];
area
);

```

Procedure for computing $\tilde{\beta}(l)$: Mass of Cartels of Duration l

```

procDuration [yr_, ys_] :=
(
  betal = Table[gl[i, yr, ys], {i, 1, 1000}];
  fpl =  $\frac{\text{betal}}{\text{cartelMass}}$ ;
  Table[i, {i, 1, 1000}].fpl (* average duration of cartel *)
)

```

Functions and Procedure for computing durations for convicted cartels

Functions for computing convicted cartels of duration I

```

G1[l_, x_, xr_, xs_] :=
(
  If[eitaVal[[x]] ==  $\eta_{\min}$ ,
    0,
    (1 - CDF[pftdist, phistar[[x]] - pftmin]) *
    bl[l, x, xr, xs] * PDF[ $\eta$ dist, eitaVal[[x]] -  $\eta_{\min}$ ]
  ]
);

G2[l_, x_, xr_, xs_] :=
(
  If[eitaVal[[x]] ==  $\eta_{\min}$ ,
    0,
    q * xr * bl[l, x, xr, xs] * PDF[ $\eta$ dist, eitaVal[[x]] -  $\eta_{\min}$ ]
  ]
);

G3[l_, x_, xr_, xs_] :=
(
  If[eitaVal[[x]] ==  $\eta_{\min}$ ,
    0,
    q * xr * CDF[pftdist, phistar[[x]] - pftmin] *
    bl[l, x, xr, xs] * PDF[ $\eta$ dist, eitaVal[[x]] -  $\eta_{\min}$ ]
  ]
);

Lhatl[l_, xr_, xs_] :=
(
  If[ $\eta_{\text{hatPos}} > 0$ ,
    If[q * xr * xs  $\leq \theta$ ,
      area = 0,
    ]
  ]
)

```

```

pnts = Table[h * G1[1, i, xr, xs], {i, 1, ηhatPos, 1}];
pnts = ReplacePart[pnts,  $\frac{h}{2}$  * G1[1, 1, xr, xs], 1];
pnts = ReplacePart[pnts,  $\frac{h}{2}$  * G1[1, ηhatPos, xr, xs], ηhatPos];
area = Apply[Plus, pnts]
];
',
Print["No Cartels Ever:  $\hat{\eta}=\underline{\eta}$ "];
area = 0;
];
area
);

Rhat1[l_, xr_, xs_] :=
(
If[ηhatPos > 0,
If[q * xr * xs ≤ θ,
pnts = Table[h * G2[1, i, xr, xs], {i, 1, ηhatPos, 1}];
pnts = ReplacePart[pnts,  $\frac{h}{2}$  * G2[1, 1, xr, xs], 1];
pnts = ReplacePart[pnts,  $\frac{h}{2}$  * G2[1, ηhatPos, xr, xs], ηhatPos];
',
pnts = Table[h * G3[1, i, xr, xs], {i, 1, ηhatPos, 1}];
pnts = ReplacePart[pnts,  $\frac{h}{2}$  * G3[1, 1, xr, xs], 1];
pnts = ReplacePart[pnts,  $\frac{h}{2}$  * G3[1, ηhatPos, xr, xs], ηhatPos];
];
area = Apply[Plus, pnts];
',
Print["No Cartels Ever:  $\hat{\eta}=\underline{\eta}$ "];
area = 0;
];
area
);

```

Procedure for computing the average duration of cartels convicted via leniency program

```

procCvtDurL [yr_, ys_] :=
(
  massL = Table[Lhatl[i, yr, ys], {i, 1, 1000}];
  Lagg = Apply[Plus, massL];
  Print[Lagg];
  If[Lagg > 0,
    fL =  $\frac{\text{massL}}{\text{Lagg}}$ ,
    fL = massL
  ];
  Table[i, {i, 1, 1000}].fL (* average duration of cartel *)
);

```

Procedure for computing the average duration of cartels convicted via non-leniency program

```

procCvtDurR [yr_, ys_] :=
(
  massR = ys * Table[Rhatl[i, yr, ys], {i, 1, 1000}];
  Ragg = Apply[Plus, massR];
  Print[Ragg];
  If[Ragg > 0,
    fR =  $\frac{\text{massR}}{\text{Ragg}}$ ,
    fR = massR
  ];
  Table[i, {i, 1, 1000}].fR (* average duration of cartel *)
);

```

Procedure for locating the fixed point for s

```

procFix [zr_, a_, b_] :=
(
  sFlr = a; (* initial floor value for "s" *)
  sCeil = b; (* initial ceiling value for "s" *)
  dataFlr = procPLR[zr, sFlr];
  dataCeil = procPLR[zr, sCeil];
  pFlr = dataFlr[[1]]; (* p(L,R) for the floor value of s *)
  pCeil = dataCeil[[1]]; (* p(L,R) for the ceiling value of s *)
  If[Sign[sFlr - pFlr] == 0,
    sMid = 0;

```

```

pMid = 0;
LMid = dataFlr[[2]];
RMid = dataFlr[[3]];
AAMid = dataFlr[[4]];

',
If[Sign[sCeil - pCeil] == 0,
  sMid = 1;
  pMid = 1;
  LMid = dataCeil[[2]];
  RMid = dataCeil[[3]];
  AAMid = dataCeil[[4]];
',
If[Sign[sFlr - pFlr] != Sign[sCeil - pCeil],
  (* if the p values for floor and ceiling values of s are
  on the opposite sides of the diagonal, then bisect *)
  sMid = N[ $\frac{sFlr + sCeil}{2}$ ];
  dataMid = procPLR[zr, sMid];
  pMid = dataMid[[1]];
  LMid = dataMid[[2]]; (* L value at the mid-point value of s *)
  RMid = dataMid[[3]]; (* R value at the mid-point value of s *)
  AAMid = dataMid[[4]]; (* AA objective *)
',
  Print["No Fixed Point Suspected!"];
];
While[Abs[sMid - pMid] > 0.001, (* bisection continues
  until the solution is within the precision range *)
  If[Sign[sFlr - pFlr] != Sign[sMid - pMid],
    sCeil = sMid;
    pCeil = pMid;
    ',
    sFlr = sMid;
    pFlr = pMid;
  ];
  sMid = N[ $\frac{sFlr + sCeil}{2}$ ];
  dataMid = procPLR[zr, sMid];
  pMid = dataMid[[1]];
  LMid = dataMid[[2]];
  RMid = dataMid[[3]];
  AAMid = dataMid[[4]];
]; (* close the while-loop *)
]; (* close the if-floor-is-the-fixed-point-loop *)
]; (* close the if-ceiling-is-the-fixed-point-loop *)
cms = procCMS[zr, sMid];
{zr, sMid, pMid, q * zr * sMid, LMid, RMid, AAMid, cms,
  procDuration[zr, sMid], procCvtDurL[zr, sMid], procCvtDurR[zr, sMid]}

```

```
(* report the values of {r, s-hat, p(s-hat), o-hat, L, R, AA} at the fixed point *)
);
```

Baseline Simulation: $\gamma = .5$ and $\lambda = 1.0$

Main Procedure A ($\theta=0$: Full Leniency)

Specify Parameter Values

```
 $\alpha = 0.1$ ; (* degree of competitiveness *)
f = 4; (* number of firms -- this is equivalent to "n" in the model *)
 $\theta = 0$ ; (* leniency
parameter: discount on penalty for the single recipient of leniency *)
 $\omega = \mathbf{N}\left[\frac{\mathbf{f} - 2 + \theta}{\mathbf{f}}\right]$ ; (* leniency
parameter: discount on penalty for all recipients when all firms report *)
 $\kappa = 0.05$ ; (* opportunity rate to cartelize *)
 $\delta = 0.85$ ; (* discount factor *)
 $\gamma = 0.5$ ; (* damage multiple *)
 $\beta = 0$ ; (* fixed penalty -- not part of the current model *)

(* parameters for  $p(L,R) = \frac{\mathbb{E}}{\xi + \nu(\lambda L + R)^\rho}$  *)
 $\tau = 1.0$ ;
 $\xi = 1$ ;
 $\nu = 1000$ ;
 $\lambda = 0.5$ ;
 $\rho = 1.4$ ;
```

Locate the fixed point for s via bisection method

```
q = 0.05; (* probability that the cartel is reported to CA *)
sol = {};
Do[sol = Append[sol, procFix[r, 0, 1]]; Print[sol];, {r, 0, 1, 0.1}];
(* r: fraction of reported cases that the CA chooses to pursue *)
0
0.
{{0., 1, 1, 0., 0, 0., 0., 0.12155, 121.531, 0, 0.}}
0.00201117
0.000478599
```

```
{ {0., 1, 1, 0., 0, 0., 0., 0.12155, 121.531, 0, 0.}, {0.1, 0.896484, 0.896498, 0.00448242,
  0.00201124, 0.000534059, 0.00249001, 0.108823, 73.694, 36.2592, 74.4263} }
0.00192808
0.000847579
{ {0., 1, 1, 0., 0, 0., 0., 0.12155, 121.531, 0, 0.},
  {0.1, 0.896484, 0.896498, 0.00448242, 0.00201124, 0.000534059, 0.00249001,
  0.108823, 73.694, 36.2592, 74.4263}, {0.2, 0.861328, 0.861704, 0.00861328,
  0.00192808, 0.000984043, 0.00277566, 0.100332, 51.8111, 29.0623, 52.2571} }
0.00185158
0.00114048
{ {0., 1, 1, 0., 0, 0., 0., 0.12155, 121.531, 0, 0.}, {0.1, 0.896484, 0.896498, 0.00448242,
  0.00201124, 0.000534059, 0.00249001, 0.108823, 73.694, 36.2592, 74.4263},
  {0.2, 0.861328, 0.861704, 0.00861328, 0.00192808, 0.000984043, 0.00277566,
  0.100332, 51.8111, 29.0623, 52.2571}, {0.3, 0.832031, 0.831901, 0.0124805,
  0.00185158, 0.00137071, 0.00299206, 0.0932326, 41.0501, 24.8662, 41.378} }
0.00177966
0.00137758
{ {0., 1, 1, 0., 0, 0., 0., 0.12155, 121.531, 0, 0.},
  {0.1, 0.896484, 0.896498, 0.00448242, 0.00201124, 0.000534059, 0.00249001,
  0.108823, 73.694, 36.2592, 74.4263}, {0.2, 0.861328, 0.861704, 0.00861328,
  0.00192808, 0.000984043, 0.00277566, 0.100332, 51.8111, 29.0623, 52.2571},
  {0.3, 0.832031, 0.831901, 0.0124805, 0.00185158, 0.00137071, 0.00299206,
  0.0932326, 41.0501, 24.8662, 41.378}, {0.4, 0.806641, 0.80638, 0.0161328,
  0.00177966, 0.00170781, 0.00315724, 0.0871699, 34.5373, 22.0454, 34.7976} }
0.00171132
0.00157346
{ {0., 1, 1, 0., 0, 0., 0., 0.12155, 121.531, 0, 0.},
  {0.1, 0.896484, 0.896498, 0.00448242, 0.00201124, 0.000534059, 0.00249001,
  0.108823, 73.694, 36.2592, 74.4263}, {0.2, 0.861328, 0.861704, 0.00861328,
  0.00192808, 0.000984043, 0.00277566, 0.100332, 51.8111, 29.0623, 52.2571},
  {0.3, 0.832031, 0.831901, 0.0124805, 0.00185158, 0.00137071, 0.00299206,
  0.0932326, 41.0501, 24.8662, 41.378}, {0.4, 0.806641, 0.80638, 0.0161328,
  0.00177966, 0.00170781, 0.00315724, 0.0871699, 34.5373, 22.0454, 34.7976},
  {0.5, 0.785156, 0.784505, 0.0196289, 0.00171132, 0.00200401,
  0.00328478, 0.0818717, 30.0838, 19.9827, 30.2994} }
0.00164595
0.00173553
```

```
{{0., 1, 1, 0., 0, 0., 0., 0.12155, 121.531, 0, 0.},  
{0.1, 0.896484, 0.896498, 0.00448242, 0.00201124, 0.000534059, 0.00249001,  
0.108823, 73.694, 36.2592, 74.4263}, {0.2, 0.861328, 0.861704, 0.00861328,  
0.00192808, 0.000984043, 0.00277566, 0.100332, 51.8111, 29.0623, 52.2571},  
{0.3, 0.832031, 0.831901, 0.0124805, 0.00185158, 0.00137071, 0.00299206,  
0.0932326, 41.0501, 24.8662, 41.378}, {0.4, 0.806641, 0.80638, 0.0161328,  
0.00177966, 0.00170781, 0.00315724, 0.0871699, 34.5373, 22.0454, 34.7976},  
{0.5, 0.785156, 0.784505, 0.0196289, 0.00171132, 0.00200401, 0.00328478,  
0.0818717, 30.0838, 19.9827, 30.2994}, {0.6, 0.765625, 0.765623, 0.0229688,  
0.00164595, 0.00226681, 0.00338148, 0.0772063, 26.8394, 18.4132, 27.0229}}  
0.001583  
0.00187388  
{{0., 1, 1, 0., 0, 0., 0., 0.12155, 121.531, 0, 0.},  
{0.1, 0.896484, 0.896498, 0.00448242, 0.00201124, 0.000534059, 0.00249001,  
0.108823, 73.694, 36.2592, 74.4263}, {0.2, 0.861328, 0.861704, 0.00861328,  
0.00192808, 0.000984043, 0.00277566, 0.100332, 51.8111, 29.0623, 52.2571},  
{0.3, 0.832031, 0.831901, 0.0124805, 0.00185158, 0.00137071, 0.00299206,  
0.0932326, 41.0501, 24.8662, 41.378}, {0.4, 0.806641, 0.80638, 0.0161328,  
0.00177966, 0.00170781, 0.00315724, 0.0871699, 34.5373, 22.0454, 34.7976},  
{0.5, 0.785156, 0.784505, 0.0196289, 0.00171132, 0.00200401,  
0.00328478, 0.0818717, 30.0838, 19.9827, 30.2994},  
{0.6, 0.765625, 0.765623, 0.0229688, 0.00164595, 0.00226681, 0.00338148,  
0.0772063, 26.8394, 18.4132, 27.0229}, {0.7, 0.75, 0.749483, 0.02625,  
0.001583, 0.0024985, 0.00345688, 0.0729688, 24.305, 17.136, 24.464}}  
0.00152222  
0.00199096  
{{0., 1, 1, 0., 0, 0., 0., 0.12155, 121.531, 0, 0.},  
{0.1, 0.896484, 0.896498, 0.00448242, 0.00201124, 0.000534059, 0.00249001,  
0.108823, 73.694, 36.2592, 74.4263}, {0.2, 0.861328, 0.861704, 0.00861328,  
0.00192808, 0.000984043, 0.00277566, 0.100332, 51.8111, 29.0623, 52.2571},  
{0.3, 0.832031, 0.831901, 0.0124805, 0.00185158, 0.00137071, 0.00299206,  
0.0932326, 41.0501, 24.8662, 41.378}, {0.4, 0.806641, 0.80638, 0.0161328,  
0.00177966, 0.00170781, 0.00315724, 0.0871699, 34.5373, 22.0454, 34.7976},  
{0.5, 0.785156, 0.784505, 0.0196289, 0.00171132, 0.00200401, 0.00328478,  
0.0818717, 30.0838, 19.9827, 30.2994}, {0.6, 0.765625, 0.765623, 0.0229688,  
0.00164595, 0.00226681, 0.00338148, 0.0772063, 26.8394, 18.4132, 27.0229},  
{0.7, 0.75, 0.749483, 0.02625, 0.001583, 0.0024985, 0.00345688, 0.0729688,  
24.305, 17.136, 24.464}, {0.8, 0.736328, 0.735614, 0.0294531, 0.00152222,  
0.00270391, 0.00351319, 0.0691199, 22.2793, 16.0849, 22.4188}}  
0.00146328  
0.00208766
```

```
{0., 1, 1, 0., 0., 0., 0.12155, 121.531, 0, 0.},
{0.1, 0.896484, 0.896498, 0.00448242, 0.00201124, 0.000534059, 0.00249001,
0.108823, 73.694, 36.2592, 74.4263}, {0.2, 0.861328, 0.861704, 0.00861328,
0.00192808, 0.000984043, 0.00277566, 0.100332, 51.8111, 29.0623, 52.2571},
{0.3, 0.832031, 0.831901, 0.0124805, 0.00185158, 0.00137071, 0.00299206,
0.0932326, 41.0501, 24.8662, 41.378}, {0.4, 0.806641, 0.80638, 0.0161328,
0.00177966, 0.00170781, 0.00315724, 0.0871699, 34.5373, 22.0454, 34.7976},
{0.5, 0.785156, 0.784505, 0.0196289, 0.00171132, 0.00200401,
0.00328478, 0.0818717, 30.0838, 19.9827, 30.2994},
{0.6, 0.765625, 0.765623, 0.0229688, 0.00164595, 0.00226681, 0.00338148,
0.0772063, 26.8394, 18.4132, 27.0229}, {0.7, 0.75, 0.749483, 0.02625,
0.001583, 0.0024985, 0.00345688, 0.0729688, 24.305, 17.136, 24.464},
{0.8, 0.736328, 0.735614, 0.0294531, 0.00152222, 0.00270391, 0.00351319,
0.0691199, 22.2793, 16.0849, 22.4188}, {0.9, 0.722656, 0.723491, 0.0325195,
0.00146328, 0.00288887, 0.00355093, 0.0656604, 20.6543, 15.2281, 20.778}}
```

0.00146968

0.0021843

```
{0., 1, 1, 0., 0., 0., 0.12155, 121.531, 0, 0.},
{0.1, 0.896484, 0.896498, 0.00448242, 0.00201124, 0.000534059, 0.00249001,
0.108823, 73.694, 36.2592, 74.4263}, {0.2, 0.861328, 0.861704, 0.00861328,
0.00192808, 0.000984043, 0.00277566, 0.100332, 51.8111, 29.0623, 52.2571},
{0.3, 0.832031, 0.831901, 0.0124805, 0.00185158, 0.00137071, 0.00299206,
0.0932326, 41.0501, 24.8662, 41.378}, {0.4, 0.806641, 0.80638, 0.0161328,
0.00177966, 0.00170781, 0.00315724, 0.0871699, 34.5373, 22.0454, 34.7976},
{0.5, 0.785156, 0.784505, 0.0196289, 0.00171132, 0.00200401, 0.00328478,
0.0818717, 30.0838, 19.9827, 30.2994}, {0.6, 0.765625, 0.765623, 0.0229688,
0.00164595, 0.00226681, 0.00338148, 0.0772063, 26.8394, 18.4132, 27.0229},
{0.7, 0.75, 0.749483, 0.02625, 0.001583, 0.0024985, 0.00345688, 0.0729688,
24.305, 17.136, 24.464}, {0.8, 0.736328, 0.735614, 0.0294531, 0.00152222,
0.00270391, 0.00351319, 0.0691199, 22.2793, 16.0849, 22.4188},
{0.9, 0.722656, 0.723491, 0.0325195, 0.00146328, 0.00288887, 0.00355093,
0.0656604, 20.6543, 15.2281, 20.778}, {1., 0.708984, 0.708543, 0.0354492,
0.00146968, 0.00308089, 0.00365398, 0.0630875, 19.2171, 14.1863, 19.3371}}
```

TableForm[**sol**, **TableHeadings** → {**None**, {"**r**", "**s***", "**p[s*]**", "**σ***", "**L***", "**R***", "**AA***", "**1-β̃(0)**", "**duration**", "**l-duration**", "**r-duration**"}}]

r	s*	p[s*]	σ*	L*	R*	AA*	1-β̃(0)	duration	l-durat
0.	1	1	0.	0	0.	0.	0.12155	121.531	0
0.1	0.896484	0.896498	0.00448242	0.00201124	0.000534059	0.00249001	0.108823	73.694	36.2592
0.2	0.861328	0.861704	0.00861328	0.00192808	0.000984043	0.00277566	0.100332	51.8111	29.0623
0.3	0.832031	0.831901	0.0124805	0.00185158	0.00137071	0.00299206	0.0932326	41.0501	24.8662
0.4	0.806641	0.80638	0.0161328	0.00177966	0.00170781	0.00315724	0.0871699	34.5373	22.0454
0.5	0.785156	0.784505	0.0196289	0.00171132	0.00200401	0.00328478	0.0818717	30.0838	19.9827
0.6	0.765625	0.765623	0.0229688	0.00164595	0.00226681	0.00338148	0.0772063	26.8394	18.4132
0.7	0.75	0.749483	0.02625	0.001583	0.0024985	0.00345688	0.0729688	24.305	17.136
0.8	0.736328	0.735614	0.0294531	0.00152222	0.00270391	0.00351319	0.0691199	22.2793	16.0849
0.9	0.722656	0.723491	0.0325195	0.00146328	0.00288887	0.00355093	0.0656604	20.6543	15.2281
1.	0.708984	0.708543	0.0354492	0.00146968	0.00308089	0.00365398	0.0630875	19.2171	14.1863

(* 1-β̃(0) is the rate of cartel for a given "r" *)

sol = **Flatten**[**sol**];

Export Data (Save onto hard drive)

```
stmp = OpenWrite ["C:\CartelData\Sept12\LN\BASE\datC0"]; +
```

```
Write [stmp, sol];
```

```
Close [stmp];
```

```
OpenWrite::noopen : Cannot open C:\CartelData\Sept12\LN\BASE\datC0. >>
```

```
Write::strml : $Failed is not a string, stream, or list of strings and streams. >>
```

```
Write::noopen : Cannot open $Failed. >>
```

```
Close::stream : $Failed is not a string, SocketObject, InputStream[], or OutputStream[]. >>
```

Main Procedure B ($\theta=1$: No Leniency)

Specify Parameter Values

```
 $\alpha = 0.1$ ; (* degree of competitiveness *)
```

```
 $f = 4$ ; (* number of firms -- this is equivalent to "n" in the model *)
```

```
 $\theta = 1$ ; (* leniency
```

```
parameter: discount on penalty for the single recipient of leniency *)
```

```
 $\omega = N \left[ \frac{f-1+\theta}{f} \right]$ ; (* leniency
```

```
parameter: discount on penalty for all recipients when all firms report *)
```

```
 $\kappa = 0.05$ ; (* opportunity rate to cartelize *)
```

```
 $\delta = 0.85$ ; (* discount factor *)
```

```
 $\gamma = 0.5$ ; (* damage multiple *)
```

```
 $\beta = 0$ ; (* fixed penalty -- not part of the current model *)
```

```
(* parameters for  $p(L,R) = \frac{\tau}{\xi + \nu(\lambda L + R)^\rho}$  *)
```

```
 $\tau = 1.0$ ;
```

```
 $\xi = 1$ ;
```

```
 $\nu = 1000$ ;
```

```
 $\lambda = 0.5$ ;
```

```
 $\rho = 1.4$ ;
```

Locate the fixed point for s via bisection method

```
 $q = 0.05$ ; (* probability that the cartel is reported to CA *)
```

```
sol = {};
```

```
Do[sol = Append[sol, procFix[r, 0, 1]]; Print[sol];, {r, 0, 1, 0.1}];
```

```
(* r: fraction of reported cases that the CA chooses to pursue *)
```

```
0
```

```
0.
{{0., 1, 1, 0., 0, 0., 0., 0.12155, 121.531, 0, 0.}}
0
0.000535637
{{0., 1, 1, 0., 0, 0., 0., 0.12155, 121.531, 0, 0.}, {0.1, 0.972656, 0.97335,
  0.00486328, 0, 0.000550829, 0.000535767, 0.110166, 70.1025, 0, 70.1194}}
0
0.000942873
{{0., 1, 1, 0., 0, 0., 0., 0.12155, 121.531, 0, 0.},
  {0.1, 0.972656, 0.97335, 0.00486328, 0, 0.000550829, 0.000535767,
  0.110166, 70.1025, 0, 70.1194}, {0.2, 0.939453, 0.940364, 0.00939453,
  0, 0.00100364, 0.000942875, 0.100364, 48.9169, 0, 48.9171}}
0
0.00126449
{{0., 1, 1, 0., 0, 0., 0., 0.12155, 121.531, 0, 0.},
  {0.1, 0.972656, 0.97335, 0.00486328, 0, 0.000550829, 0.000535767, 0.110166,
  70.1025, 0, 70.1194}, {0.2, 0.939453, 0.940364, 0.00939453, 0, 0.00100364,
  0.000942875, 0.100364, 48.9169, 0, 48.9171}, {0.3, 0.908203, 0.908858,
  0.013623, 0, 0.0013923, 0.00126449, 0.0928197, 38.5564, 0, 38.5564}}
0
0.00152262
{{0., 1, 1, 0., 0, 0., 0., 0.12155, 121.531, 0, 0.},
  {0.1, 0.972656, 0.97335, 0.00486328, 0, 0.000550829, 0.000535767,
  0.110166, 70.1025, 0, 70.1194}, {0.2, 0.939453, 0.940364, 0.00939453,
  0, 0.00100364, 0.000942875, 0.100364, 48.9169, 0, 48.9171},
  {0.3, 0.908203, 0.908858, 0.013623, 0, 0.0013923, 0.00126449, 0.0928197,
  38.5564, 0, 38.5564}, {0.4, 0.880859, 0.880471, 0.0176172,
  0, 0.00172856, 0.00152262, 0.0864281, 32.3272, 0, 32.3272}}
0
0.00173121
{{0., 1, 1, 0., 0, 0., 0., 0.12155, 121.531, 0, 0.},
  {0.1, 0.972656, 0.97335, 0.00486328, 0, 0.000550829, 0.000535767,
  0.110166, 70.1025, 0, 70.1194}, {0.2, 0.939453, 0.940364, 0.00939453,
  0, 0.00100364, 0.000942875, 0.100364, 48.9169, 0, 48.9171},
  {0.3, 0.908203, 0.908858, 0.013623, 0, 0.0013923, 0.00126449, 0.0928197,
  38.5564, 0, 38.5564}, {0.4, 0.880859, 0.880471, 0.0176172, 0, 0.00172856,
  0.00152262, 0.0864281, 32.3272, 0, 32.3272}, {0.5, 0.855469, 0.855227,
  0.0213867, 0, 0.0020237, 0.00173121, 0.080948, 28.1402, 0, 28.1402}}
0
0.00190146
```

```
{ {0., 1, 1, 0., 0, 0., 0., 0.12155, 121.531, 0, 0.},  
  {0.1, 0.972656, 0.97335, 0.00486328, 0, 0.000550829, 0.000535767, 0.110166,  
    70.1025, 0, 70.1194}, {0.2, 0.939453, 0.940364, 0.00939453, 0, 0.00100364,  
    0.000942875, 0.100364, 48.9169, 0, 48.9171}, {0.3, 0.908203, 0.908858,  
    0.013623, 0, 0.0013923, 0.00126449, 0.0928197, 38.5564, 0, 38.5564},  
  {0.4, 0.880859, 0.880471, 0.0176172, 0, 0.00172856, 0.00152262, 0.0864281,  
    32.3272, 0, 32.3272}, {0.5, 0.855469, 0.855227, 0.0213867, 0, 0.0020237,  
    0.00173121, 0.080948, 28.1402, 0, 28.1402}, {0.6, 0.832031, 0.832855,  
    0.0249609, 0, 0.00228532, 0.00190146, 0.0761773, 25.111, 0, 25.111}}
```

0

0.00204458

```
{ {0., 1, 1, 0., 0, 0., 0., 0.12155, 121.531, 0, 0.},  
  {0.1, 0.972656, 0.97335, 0.00486328, 0, 0.000550829, 0.000535767,  
    0.110166, 70.1025, 0, 70.1194}, {0.2, 0.939453, 0.940364, 0.00939453,  
    0, 0.00100364, 0.000942875, 0.100364, 48.9169, 0, 48.9171},  
  {0.3, 0.908203, 0.908858, 0.013623, 0, 0.0013923, 0.00126449, 0.0928197,  
    38.5564, 0, 38.5564}, {0.4, 0.880859, 0.880471, 0.0176172, 0, 0.00172856,  
    0.00152262, 0.0864281, 32.3272, 0, 32.3272}, {0.5, 0.855469, 0.855227,  
    0.0213867, 0, 0.0020237, 0.00173121, 0.080948, 28.1402, 0, 28.1402},  
  {0.6, 0.832031, 0.832855, 0.0249609, 0, 0.00228532, 0.00190146,  
    0.0761773, 25.111, 0, 25.111}, {0.7, 0.8125, 0.81323, 0.0284375,  
    0, 0.00251641, 0.00204458, 0.0718974, 22.7637, 0, 22.7637}}
```

0

0.00216689

```
{ {0., 1, 1, 0., 0, 0., 0., 0.12155, 121.531, 0, 0.},  
  {0.1, 0.972656, 0.97335, 0.00486328, 0, 0.000550829, 0.000535767,  
    0.110166, 70.1025, 0, 70.1194}, {0.2, 0.939453, 0.940364, 0.00939453,  
    0, 0.00100364, 0.000942875, 0.100364, 48.9169, 0, 48.9171},  
  {0.3, 0.908203, 0.908858, 0.013623, 0, 0.0013923, 0.00126449, 0.0928197,  
    38.5564, 0, 38.5564}, {0.4, 0.880859, 0.880471, 0.0176172, 0, 0.00172856,  
    0.00152262, 0.0864281, 32.3272, 0, 32.3272}, {0.5, 0.855469, 0.855227,  
    0.0213867, 0, 0.0020237, 0.00173121, 0.080948, 28.1402, 0, 28.1402},  
  {0.6, 0.832031, 0.832855, 0.0249609, 0, 0.00228532, 0.00190146, 0.0761773,  
    25.111, 0, 25.111}, {0.7, 0.8125, 0.81323, 0.0284375, 0, 0.00251641,  
    0.00204458, 0.0718974, 22.7637, 0, 22.7637}, {0.8, 0.796875, 0.796184,  
    0.031875, 0, 0.00271923, 0.00216689, 0.0679808, 20.8587, 0, 20.8587}}
```

0

0.00226698

```
{ {0., 1, 1, 0., 0, 0., 0., 0.12155, 121.531, 0, 0.},
  {0.1, 0.972656, 0.97335, 0.00486328, 0, 0.000550829, 0.000535767,
    0.110166, 70.1025, 0, 70.1194}, {0.2, 0.939453, 0.940364, 0.00939453,
    0, 0.00100364, 0.000942875, 0.100364, 48.9169, 0, 48.9171},
  {0.3, 0.908203, 0.908858, 0.013623, 0, 0.0013923, 0.00126449, 0.0928197,
    38.5564, 0, 38.5564}, {0.4, 0.880859, 0.880471, 0.0176172, 0, 0.00172856,
    0.00152262, 0.0864281, 32.3272, 0, 32.3272}, {0.5, 0.855469, 0.855227,
    0.0213867, 0, 0.0020237, 0.00173121, 0.080948, 28.1402, 0, 28.1402},
  {0.6, 0.832031, 0.832855, 0.0249609, 0, 0.00228532, 0.00190146,
    0.0761773, 25.111, 0, 25.111}, {0.7, 0.8125, 0.81323, 0.0284375,
    0, 0.00251641, 0.00204458, 0.0718974, 22.7637, 0, 22.7637},
  {0.8, 0.796875, 0.796184, 0.031875, 0, 0.00271923, 0.00216689,
    0.0679808, 20.8587, 0, 20.8587}, {0.9, 0.78125, 0.781028, 0.0351563,
    0, 0.00290174, 0.00226698, 0.0644831, 19.3346, 0, 19.3346}}
```

0

0.00236837

```
{ {0., 1, 1, 0., 0, 0., 0., 0.12155, 121.531, 0, 0.},
  {0.1, 0.972656, 0.97335, 0.00486328, 0, 0.000550829, 0.000535767,
    0.110166, 70.1025, 0, 70.1194}, {0.2, 0.939453, 0.940364, 0.00939453,
    0, 0.00100364, 0.000942875, 0.100364, 48.9169, 0, 48.9171},
  {0.3, 0.908203, 0.908858, 0.013623, 0, 0.0013923, 0.00126449, 0.0928197,
    38.5564, 0, 38.5564}, {0.4, 0.880859, 0.880471, 0.0176172, 0, 0.00172856,
    0.00152262, 0.0864281, 32.3272, 0, 32.3272}, {0.5, 0.855469, 0.855227,
    0.0213867, 0, 0.0020237, 0.00173121, 0.080948, 28.1402, 0, 28.1402},
  {0.6, 0.832031, 0.832855, 0.0249609, 0, 0.00228532, 0.00190146, 0.0761773,
    25.111, 0, 25.111}, {0.7, 0.8125, 0.81323, 0.0284375, 0, 0.00251641,
    0.00204458, 0.0718974, 22.7637, 0, 22.7637}, {0.8, 0.796875, 0.796184,
    0.031875, 0, 0.00271923, 0.00216689, 0.0679808, 20.8587, 0, 20.8587},
  {0.9, 0.78125, 0.781028, 0.0351563, 0, 0.00290174, 0.00226698,
    0.0644831, 19.3346, 0, 19.3346}, {1., 0.765625, 0.765331, 0.0382813,
    0, 0.00309338, 0.00236837, 0.0618676, 17.9933, 0, 17.9933}}
```

TableForm [sol, TableHeadings → {None, {"r", "s*", "p[s*]", "σ*", "L*", "R*", "AA*", "1-β̃(0)", "duration", "l-duration", "r-duration"}}]

r	s*	p[s*]	σ*	L*	R*	AA*	1-β̃(0)	duration	l-duration
0.	1	1	0.	0	0.	0.	0.12155	121.531	0
0.1	0.972656	0.97335	0.00486328	0	0.000550829	0.000535767	0.110166	70.1025	0
0.2	0.939453	0.940364	0.00939453	0	0.00100364	0.000942875	0.100364	48.9169	0
0.3	0.908203	0.908858	0.013623	0	0.0013923	0.00126449	0.0928197	38.5564	0
0.4	0.880859	0.880471	0.0176172	0	0.00172856	0.00152262	0.0864281	32.3272	0
0.5	0.855469	0.855227	0.0213867	0	0.0020237	0.00173121	0.080948	28.1402	0
0.6	0.832031	0.832855	0.0249609	0	0.00228532	0.00190146	0.0761773	25.111	0
0.7	0.8125	0.81323	0.0284375	0	0.00251641	0.00204458	0.0718974	22.7637	0
0.8	0.796875	0.796184	0.031875	0	0.00271923	0.00216689	0.0679808	20.8587	0
0.9	0.78125	0.781028	0.0351563	0	0.00290174	0.00226698	0.0644831	19.3346	0
1.	0.765625	0.765331	0.0382813	0	0.00309338	0.00236837	0.0618676	17.9933	0

(* 1-β̃(0) is the rate of cartel for a given "r" *)

sol = Flatten [sol];

Export Data

```
stmp = OpenWrite [ "C:\CartelData\al" ] ;  
Write [ stmp, sol ] ;  
Close [ stmp ] ;
```



OpenWrite::noopen : Cannot open C:\CartelData\al. >>

Write::strml : \$Failed is not a string, stream, or list of strings and streams. >>

Write::noopen : Cannot open \$Failed. >>

Close::stream : \$Failed is not a string, SocketObject, InputStream[], or OutputStream[]. >>