



Anna Rosa Alux Simão

**Jogos Evolucionários Dinâmicos entre
Emissores de Dívida e Agências de Avaliação
de Riscos: Uma Visão Teórica**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio.

Orientador: Prof. André Barreira da Silva Rocha

Rio de Janeiro
Agosto de 2015



Anna Rosa Alux Simão

**Jogos Evolucionários Dinâmicos entre
Emissores de Dívida e Agências de Avaliação
de Riscos: Uma Visão Teórica**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. André Barreira da Silva Rocha

Orientador

Departamento de Engenharia Industrial — PUC-Rio

Prof. Carlos Patricio Samanez

Departamento de Engenharia Industrial — PUC-Rio

Prof. Marco Antonio Guimarães Dias

Departamento de Engenharia Industrial — PUC-Rio

Prof. José Eugenio Leal

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico — PUC-Rio

Rio de Janeiro, 25 de Agosto de 2015

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

Anna Rosa Alux Simão

Graduou-se em Ciências Econômicas pela Universidade de Brasília. Possui mestrado em Economia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro e MBA pelo IBMEC. Trabalha atualmente na Gerência Executiva de Planejamento Financeiro e Gestão de Riscos da Petrobras.

Ficha Catalográfica

Simão, Anna Rosa Alux

Jogos evolucionários dinâmicos entre emissores de dívida e agências de avaliação de riscos: uma visão teórica /Anna Rosa Alux Simão; orientador: André Barreira da Silva Rocha. — 2015.
73 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial, 2015.

Inclui bibliografia.

1. Engenharia Industrial – Teses. 2. Agências de *rating*. 3. Emissores de dívida. 4. Teoria dos jogos evolucionários. 5. Replicador dinâmico. I. Rocha, André Barreira da Silva. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. III. Título.

CDD: 658.5

Agradecimentos

Ao meu orientador, André Rocha, pelo apoio e incentivo para a realização deste trabalho.

Aos membros da banca, Carlos Patricio e Marco Antonio Dias, pelas relevantes críticas e sugestões.

À Petrobras pelo incentivo à formação técnica de seus funcionários. À Gerência Executiva de Planejamento Financeiro e Gestão de Riscos por me conceder essa oportunidade. Pelo apoio e encorajamento dado por Antônio Vianna e Marco Antonio Dias. Não posso deixar de agradecer toda equipe da PLAFIN.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio pelo imprescindível ajuda nos momentos mais críticos, sem o qual seria impossível cumprir todas as etapas do curso.

Aos meus amigos da PUC-Rio, especialmente Douglas Sad, Maurício Sant'anna, Raffael Capano, Erick Meira, Glaudiane e Júlio pela amizade, pelo compartilhamento de conhecimento e pela interação acadêmica.

Aos meus pais e irmã pelo apoio incondicional aos meus estudos.

Ao Gustavo Unfer pelo amor, paciência e compressão.

Resumo

Simão, Anna Rosa Alux; Rocha, André Barreira da Silva (Orientador). **Jogos Evolucionários Dinâmicos entre Emissores de Dívida e Agências de Avaliação de Riscos: Uma Visão Teórica.** Rio de Janeiro, 2015. 73p. Dissertação de Mestrado — Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Utilizando o instrumental da teoria dos jogos evolucionários, a proposta desta dissertação é analisar as interações entre emissores de dívida e agências de avaliação de risco de crédito em um ambiente com assimetria de informação. Enquanto os primeiros precisam das notas emitidas pelas agências para acessar fontes de financiamentos no mercado, as agências são remuneradas pela prestação desse serviço. Os resultados mostram que, de forma geral, quando o número de emissores grau de investimento é pequeno, incentiva-se a adoção de uma estratégia pouco transparente de divulgação de informação por parte do emissor, aumentando a assimetria de informação. A melhor resposta das agências é utilizar uma análise básica do perfil de crédito de seus clientes. O aumento do número de emissores grau de investimento na economia incentiva o aperfeiçoamento das políticas corporativas de transparência, enquanto as agências sofisticam sua análise com o objetivo de evitar os custos de reputação associados a erros de avaliação. Empiricamente, os resultados são condizentes com a evolução da economia colombiana nas últimas décadas. A melhoria do ambiente macroeconômico desse país atraiu emissores grau de investimento incentivando a atuação de agências que utilizam metodologia de análise sofisticada e emissores que adotam uma estratégia transparente de divulgação de suas informações.

Palavras-chave

Agência de rating; Emissores de dívida; Teoria dos jogos evolucionários; Replicador dinâmico.

Abstract

Simão, Anna Rosa Alux; Rocha, André Barreira da Silva (Advisor). **A Dynamic Evolutionary Game Between Debt Issuers and Credit Rating Agencies: A Theoretical View**. Rio de Janeiro, 2015. 73p. MSc. Dissertation — Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Using evolutionary game theory, this work aims to analyse the interactions between debt issuers and credit rating agencies in an asymmetric information environment. While the ratings grades are required by issuers to access funding sources for their investment projects, the agency's revenue is provided by this service. The results show that when the number of investment grade issuers is small, non-transparency strategy and basic methodology of analysis dominate, worsening the information asymmetry problem. The increase in the number of investment grade issuers encourages transparency policies while the agencies adopt a sophisticated analysis, avoiding the reputation costs associated with errors. Empirically, the results are consistent with the evolution of the Colombian economy in recent decades. The country's improvement in the macroeconomic environment attracted investment grade issuers encouraging the proliferation of sophisticated rating agencies and transparent issuers.

Keywords

Credit rating agencies; Debt issuers; Evolutionary game theory; Replicator dynamics.

Sumário

1	Introdução	11
2	Revisão da Literatura	16
2.1	Agências de <i>Rating</i> : Uma Visão Geral	16
2.2	Papel das Agências de <i>Rating</i>	17
2.3	Aspectos Gerais sobre a Metodologia de Análise das CRAs	19
2.4	Críticas quanto ao Desempenho das Agências de <i>Rating</i>	25
2.5	Agências, Assimetria de Informação e Avaliação do <i>Rating</i>	30
2.6	Teoria dos Jogos Evolucionários	34
3	Metodologia	40
3.1	Emissores de Dívida	42
3.2	Agências de <i>Rating</i>	43
4	Resultados e Análise	46
4.1	Emissores de Dívida	46
4.2	Agências de <i>Rating</i>	49
4.3	Equilíbrio	52
4.4	Simulações	56
5	Conclusão	64
6	Referências Bibliográficas	67
	Apêndice	72

Lista de figuras

2.1	Escalas de ratings: Moody's, S&P e Fitch.	22
4.1	Direção do ciclo.	55
4.2	Dinâmica do modelo quando $\Pi_L = 5; \Pi_H = 5.5; p_L = 0.25; p_H = 0.75; \rho = 2.75; \theta = 5; c_L = 1.5; c_H = 0.6$.	57
4.3	Dinâmica do modelo quando $\Pi_L = 5; \Pi_H = 5.5; p_L = 0.1; p_H = 0.55; \rho = 2.75; \theta = 5; c_L = 1.5; c_H = 0.6$.	59
4.4	Dinâmica do modelo quando $\Pi_L = 5; \Pi_H = 5.5; p_L = 0.25; p_H = 0.75; \rho = 2.55; \theta = 1; c_L = 1.5; c_H = 0.6$.	60
4.5	Dinâmica do modelo quando $\Pi_L = 4.75; \Pi_H = 5; p_L = 0.25; p_H = 0.75; \rho = 2.75; \theta = 5; c_L = 0.8; c_H = 0.6$.	61
4.6	Dinâmica do modelo quando $\Pi_L = 4.75; \Pi_H = 5; p_L = 0.25; p_H = 0.75; \rho = 2.75; \theta = 5; c_L = 3; c_H = 2.25$.	62

Lista de tabelas

- 4.1 Possíveis equilíbrios evolucionários e topologia do diagrama de fases. 56

A verdade é imortal; o homem é um breve momento...

Machado de Assis, *Conto Alexandrino*.

1

Introdução

A crescente complexidade e a desregulação das transações financeiras aumentaram a demanda por análise de crédito feita por entidades independentes com o objetivo de reduzir a assimetria de informação entre emissores, investidores e órgãos reguladores.

As agências de avaliação de risco de crédito (ou agências de *rating*) tem um importante papel no mercado já que são capazes de fornecer dados relevantes aos investidores que não tem acesso (ou o acesso é limitado) a informações privadas de ativos, empresas e/ou países. Esse argumento é reforçado por Setty e Dodd (2003) quando afirmam que a nota de *rating* é uma importante métrica para investidores e reguladores mensurarem o risco de crédito de determinados títulos ou emissores.

A partir da década de 90, as atividades das *Credit Rating Agencies* (CRAs) ganharam maior relevância, uma vez que o *rating* tornou-se condição indispensável para acessar o mercado de capitais internacional (Bone, 2006). Assim, os emissores estão atentos à nota de *rating* recebida, já que esta será determinante para entrada no mercado e é vista como um indicador do prêmio de risco refletido na taxa de juros de seus títulos de dívida.

Em geral, a nota de *rating* mede a capacidade do emissor em honrar seus compromissos financeiros no montante e no prazo determinados. Utilizando informações públicas e privadas e uma metodologia apropriada, as CRAs são capazes de avaliar a solvência de um determinado emissor, imputando notas em uma escala variando de AAA (*prime*) a D (*in default*).

As agências buscam fontes de receitas para manutenção de suas atividades (*investor pays* ou *issuer pays*) e preocupam-se com a sua reputação e credibilidade no mercado.

Já os investidores buscam oportunidades que gerem maior retorno esperado frente ao patamar de risco assumido. Porém, muitas vezes esses não têm acesso ou capacidade de análise das informações relacionadas às diversas opções de investimentos disponíveis.

Existem várias críticas relativas ao atual modelo de negócio e à atuação das CRAs. Nesse contexto, há uma extensa literatura que discute a existência de conflito de interesse, uma vez que os pagamentos da remuneração das agências são efetuados pelos mesmos agentes que são avaliados. Este é

denominado *issuer pays* (diferentemente do *investor pays* em que o investidor realiza os pagamentos), sendo o modelo majoritariamente adotado atualmente.

Além das imprecisões na metodologia utilizada pelas agências para avaliação do risco de crédito, argumenta-se que a estabilidade das notas de *rating* ao longo do ciclo econômico, apesar de reduzir a volatilidade, gera defasagens e enfraquece os argumentos que embasaram a nota atribuída originalmente, reduzindo a qualidade da análise efetuada.

Critica-se ainda o limitado poder das agências em antecipar crises financeiras e corporativas como as do Leste Asiático (1997), Enron (2001), *WorldCom* (2002) e do *subprime* (2008).

Particularmente, sabe-se que o agravamento da crise financeira de 2008 está relacionado à expansão de produtos financeiros complexos, classificados originalmente pelas CRAs como de alta qualidade de crédito (*prime*). De acordo com Camanho et al. (2012), a Fitch Ratings (2007) constatou que enquanto 60% dos produtos financeiros estruturados foram classificados como AAA (classificação mais alta dentro da escala), apenas 1% dos emissores financeiros e corporativos receberam a mesma classificação. Opp et al. (2013) constataram que a experiência das agências no campo de *ratings* corporativos tornou a análise dessa categoria mais precisa quando comparada à avaliação de títulos estruturados como os *collateralized debt obligations* (CDOs).

Para Rotheli (2010), a dinâmica do mercado imobiliário americano no período pré-crise de 2008 foi conduzida basicamente pelas expectativas de crescimento de preços, gerando uma bolha nesse mercado. A partir de 2006, a tendência de elevação dos preços foi revertida, criando-se um ambiente propício para o aumento da inadimplência. Ainda segundo o autor, tal tendência foi alimentada pela política monetária expansionista dos Estados Unidos no período pré-crise (desde 2002, segundo Taylor (2009)), a expansão de produtos financeiros complexos e a falsa sensação de segurança gerada pelas avaliações das CRAs.

O crescimento das negociações com títulos estruturados no período anterior a crise financeira de 2008 foi possível porque os CDOs ofereciam uma combinação atrativa de risco-retorno (Wojtowicz, 2014). Porém, a queda dos preços no mercado imobiliário e o colapso da estruturação de produtos financeiros complexos, certificados pelas agências como *prime* e rebaixados amplamente em um curto período de tempo, agravaram a crise, contribuindo para formação de um quadro recessivo em diversos países.

Nesse contexto, as CRAs são acusadas de colaborar para o acirramento

da crise *subprime* pela permissividade nas avaliações de produtos financeiros estruturados (Mathis et al., 2009; Hirth, 2014 e outros).

Reguladores, investidores, gestores públicos e privados vêm discutindo a necessidade de mudança do modelo vigente no mercado. O objetivo é minimizar as possíveis fontes de conflito de interesse, aumentando a regulação, a responsabilidade e a transparência das atividades das agências de *rating*.

Além dos avanços em termos regulatórios, nos últimos anos as CRAs vêm aumentando a sofisticação dos critérios e a metodologia de avaliação do perfil de risco com a publicação de diversos relatórios técnicos sobre o assunto, estudos sobre o desempenho das notas de *rating* e eventos de *default*, dentre outros, com o intuito de melhorar a governança de suas atividades, aprimorar a transparência dos critérios utilizados, aumentar a objetividade da análise e a eficiência dos serviços prestados.

As barreiras à entrada relacionadas à reputação e aos registros estipulados pela *Securities and Exchange Commission* (SEC) e *European Securities and Markets Authority* (ESMA) dificultam o aumento da competição e, atualmente, poucas agências atuam no mercado. As três maiores e mais influentes agências de classificação de risco de crédito são a Standard and Poor's (S&P), a Moody's e a Fitch.

Vários trabalhos na literatura analisam a relação entre o comportamento das agências de *rating* e investidores (Bolton et al. 2012; Hirth, 2014) e das agências de *rating* e reguladores (Stolper, 2009; Opp et al., 2013). Contudo, um tema pouco explorado é o entendimento das interações estratégicas entre agências de *rating* e emissores. Nesse contexto, para que seja possível avaliar corretamente o risco de crédito, a metodologia de análise exige acesso a informações abrangentes e detalhadas do emissor. Dependendo do interesse e da política de governança do emissor, este poderá optar pela adoção de uma estratégia de revelação de dados pouco transparente, acirrando o problema de assimetria de informação nas interações entre esses agentes. O mesmo pode ocorrer quando a complexidade dos títulos/produtos financeiros gera empecilhos à análise das agências.

Assim, a insuficiência de informações pode ocasionar avaliações equivocadas mesmo quando a metodologia e os critérios utilizados são considerados apropriados para a análise do perfil de risco de um determinado agente. Em especial, a complexidade na estruturação de alguns produtos financeiros pode gerar dificuldades na mensuração dos riscos intrínsecos referentes à negociação desses produtos no mercado.

Ademais, o ambiente econômico pode fomentar a flexibilização dos critérios de julgamento das agências. No limite, o recrudescimento da assimetria de informação conjugada com certo grau de flexibilização dos critérios de análise pode reduzir não intencionalmente a eficiência nas avaliações realizadas pelas agências de *rating*.

Hirth (2014) é um dos primeiros autores na literatura a modelar a dinâmica do mercado de *rating* usando a teoria dos jogos evolucionários. No modelo, as agências podem adotar duas estratégias: divulgar notas de *rating* verdadeiras ou inflacionadas. O investidor reagirá confiando na avaliação das agências (*trusting investors*) ou efetuando uma análise de risco para certificação da veracidade do *rating* publicado (*sophisticated investors*). O autor constatou que a presença de investidores *trusting* incentiva o inflacionamento do *rating*. Por sua vez, *ratings* inflacionados encorajam a sofisticação dos investidores. O autor conclui que, além dos equilíbrios encontrados, as interações entre esses agentes podem seguir um comportamento representando por um ciclo quando os investidores sofisticados têm um alto impacto na reputação das agências. Por outro lado, quando esse impacto é gerado por investidores *trusting*, a dinâmica é representada por um ponto de sela ao invés de ciclo.

Enquanto o modelo utilizado nesta dissertação guarda algumas similaridades com a análise de Hirth (2014), particularmente em relação à utilização de jogos evolucionários, o interesse do presente trabalho baseia-se no estudo das interações entre agências de *rating* e emissores, considerando a existência de assimetria de informação entre esses agentes e a possibilidade de ocorrência de falhas não intencionais na avaliação das notas de *rating*.

Dessa forma, o objetivo da dissertação é modelar as interações estratégicas entre agências de *rating* e emissores, utilizando o instrumental da teoria dos jogos evolucionários. Considerando a adoção do *issuer pays model*, o modelo avalia um jogo envolvendo emissores de dívida e CRAs, no qual os primeiros podem praticar as estratégias transparente ou pouco transparente em relação à política de divulgação de informações às agências. Já as CRAs podem adotar uma metodologia de análise sofisticada, incorrendo em custos para minimizar erros de avaliação, ou uma análise básica, na qual a agência pode receber receita adicional referente aos equívocos na classificação do emissor, mas estará sujeita a custos de reputação pelos erros cometidos.

Para tanto, além desta introdução, o trabalho foi estruturado da seguinte forma: no segundo capítulo apresentaremos uma visão geral sobre as agências de classificação de risco, seu papel no mercado, definições pertinentes,

metodologias de análise, críticas, além de alguns aspectos gerais relacionados à literatura sobre a teoria dos jogos evolucionários. Já no capítulo três, discutiremos os pressupostos teóricos e as premissas do modelo utilizado na análise das interações entre agências e emissores. Os resultados e as simulações serão apresentados no capítulo quatro. Finalmente, concluímos no capítulo cinco.

2

Revisão da Literatura

2.1

Agências de Rating: Uma Visão Geral

As agências de *rating* avaliam a capacidade e a habilidade que determinado agente tem de honrar seus compromissos financeiros dentro do prazo e no montante determinado. Ao estabelecer notas de *rating*, as agências exercem um importante papel no mercado, diminuindo a assimetria de informação e os custos de transação, aumentando o acesso ao mercado e viabilizando a redução dos *spreads* médios pagos.

Se por um lado, os emissores de dívida utilizam o *rating* para acessar o mercado de capitais, por outro, os investidores podem usar as notas de *rating* para auxiliar o processo de precificação de títulos e como parâmetro de investimento.

As três principais agências de classificação de risco são a S&P, a Moody's e a Fitch. Cada uma delas possui uma escala de *rating*, com nomenclatura e metodologia de avaliação própria.

Setty e Dodd (2003) explicam que as agências de *rating* surgiram nos Estados Unidos, em meados do século XIX, diante da necessidade que os investidores tinham de acessar informações mais detalhadas sobre determinados papéis negociados no mercado, principalmente os relacionados a empresas ferroviárias.

Apesar de as agências atribuírem *ratings* soberanos há algumas décadas, títulos de alguns países já eram avaliados desde 1919. A partir da depressão de 1929 e, principalmente, após a segunda guerra mundial, as demandas por tais classificações mostraram-se ainda mais presentes (Bittencourt, 2008).

A S&P iniciou suas atividades com a fundação, em 1860, da H.V. e H.W. Poor Co (posteriormente Poor's Publishing) por Henry Varnum Poor. Em 1906, Luther Blake fundou a Standard Statistics Bureau para fazer o levantamento de informações financeiras sobre companhias não ferroviárias. A S&P nasceu a partir da fusão da Poor's Publishing e da Standard Statistics Bureau. Para essa agência, o *rating* de crédito é um instrumento, entre outros, que o investidor pode utilizar na tomada de decisão sobre a compra de títulos de dívida e outros investimentos em renda fixa.

Já a Moody's começou suas atividades em 1909, quando John Moody publicou os primeiros *ratings* de dívida em seu Manual de Títulos de Dívida Ferroviários. Para a Moody's, o propósito do sistema de *rating* é disponibilizar ao investidor um sistema simples de avaliação do risco de crédito de títulos disponíveis no mercado (Moody's, 2004).

A Fitch foi fundada em 1913 por John Knowles Fitch. Para essa agência, *ratings* são opiniões baseadas em informações, públicas ou não, fornecidas pelos emissores e por outros participantes do mercado. A publicação e a manutenção dos *ratings* estão sujeitas ao acesso a informações suficientes e condizentes com os critérios e as metodologias para formação de uma opinião (Fitch Ratings, 2014).

Em dezembro de 2013, S&P, Moody's e Fitch possuíam, aproximadamente, 96,6% do *market share* nos Estados Unidos e 90% na União Europeia, segundo dados divulgados pela SEC (SEC, 2014) e pela ESMA (ESMA, 2014) respectivamente.

Atualmente, há mais sete agências registradas na SEC como *Nationally Recognized Statistical Rating Organization* (NRSRO), incluindo A.M. Best Company, DBRS, Egan-Jones Rating, HR Rating de México, Japan Credit Rating Agency, Kroll Bond Rating Agency e Morningstar Credit Rating.

Já a ESMA é responsável pelo registro e supervisão das agências de *rating* na União Europeia. Foi estabelecida em 2011 em substituição ao *Committee of European Securities Regulators* (CESR). A ESMA é uma entidade independente cuja função é contribuir com a estabilidade do sistema financeiro da União Europeia e a proteção dos investidores, assegurando a integridade e transparência do mercado de capitais. Atualmente, estão registradas 27 agências na ESMA (ESMA, 2015).

2.2

Papel das Agências de Rating

A intensificação do número de transações com instrumentos financeiros complexos e a desregulação do mercado financeiro aumentaram a demanda por análises realizadas por agências independentes com o intuito de reduzir a percepção de risco e diminuir a volatilidade no mercado.

De forma geral, os investidores não são capazes (ou os custos são muito elevados) de observar todas as informações necessárias para avaliar o risco de crédito de um determinado emissor ou título. A assimetria de informação pode encarecer algumas transações financeiras frente à necessidade de mensurar o

risco envolvido. No limite, poderá inviabilizá-las.

Assim, a prestação de serviços dessa natureza ganha relevância à medida que o aumento da complexidade das transações dificulta a avaliação do risco envolvido.

Bone (2006) afirma que analistas de mercado podem delegar às CRAs a avaliação sobre diversas empresas ou tomadores de recursos diante da impossibilidade de acompanhar de forma satisfatória, a um custo razoável, o comportamento dos emissores de títulos de dívida e o perfil de risco de suas obrigações.

As agências de *rating* são capazes de fornecer informações relevantes ao mercado, reduzindo a assimetria de informação, a seleção adversa, os custos de transação e de monitoramento, contribuindo também para balizar a precificação de determinados papéis.

Do lado do emissor, a nota de *rating* permite que esse seja capaz de captar recursos no mercado, reduzindo o custo (quanto maior a nota de *rating*, menor o *yield* exigido pelo emprestador) e facilita o acesso a fontes tradicionais de financiamento (bancos, por exemplo). Para Setty e Dodd (2003), a viabilização do acesso ao mercado de capitais internacional é um importante meio de aumentar os investimentos e acelerar as atividades da economia.

Para o investidor, o *rating* contribui para a tomada de decisão de investimento diante do risco de determinado ativo e permite a comparabilidade entre diversos papéis, já que estes são classificados de acordo com uma escala simples de indicadores de risco. Quanto aos investidores institucionais, o *rating* complementa a análise realizada internamente. Em alguns casos, a legislação não permite que alguns investidores (fundo de pensão, por exemplo) invistam em ativos classificados como especulativo. Sendo assim, a prestação de serviços de publicação de *ratings* é um balizador fundamental na formação e manutenção de carteiras de alguns investidores.

Na visão da S&P, além das melhorias relacionadas a funções de mercado e sua eficiência, o *rating* funciona como um equalizador no mercado de renda fixa, ajudando a colocar os investidores em um mesmo patamar de conhecimento. Contudo, para essa agência, a nota deve ser utilizada como uma segunda opinião com o objetivo de confirmar ou refutar a análise do investidor.

Ademais, a nota de *rating* contribui para reduzir a volatilidade do mercado. Esse argumento também é visto como uma crítica, uma vez que a estabilidade da nota de *rating* pode gerar defasagens na avaliação de determinados ativos.

2.3

Aspectos Gerais sobre a Metodologia de Análise das CRAs

Em geral, as análises de risco de crédito realizadas pelas agências de *rating* estabelecem diferentes metodologias e critérios para avaliação das características do emissor e/ou da obrigação financeira e dependerá da disponibilidade de informações suficientes para construção de um modelo robusto de avaliação e obtenção de resultados consistentes.

Para a S&P, o *rating* de um emissor está relacionado à capacidade e à vontade de honrar suas obrigações financeiras integralmente e no prazo. A Moody's define *rating* como a opinião sobre a capacidade e a vontade do emissor de fazer pagamentos pontuais durante a vida útil de um determinado instrumento de dívida. Já para a Fitch, constitui uma opinião sobre as condições relativas de um emissor em honrar seus compromissos financeiros, tais como pagamento de juros, do principal, de dividendos sobre ações preferenciais, de sinistros de seguros ou de obrigações com contrapartes. Contudo, para as agências, a nota de *rating* não é recomendação de compra ou venda ou indicação para a realização de investimentos.

Efing e Hau (2015) destacam que enquanto o conceito de perda esperada é fundamental na metodologia utilizada pela Moody's, para Fitch e S&P, o foco está na probabilidade de *default*. Cabe destacar que cada agência possui uma metodologia de análise própria, mas, em linhas gerais, guardam diversas semelhanças.

Para avaliar determinado emissor, a agência nomeia um analista (*Lead Analyst*) que, utilizando modelos quantitativos e qualitativos, realiza a análise do perfil de crédito do agente em avaliação. As fontes de informações são as demonstrações contábeis, fatos relevantes, dados operacionais entre outros, bem como dados mais detalhados adquiridos em discussões entre as equipes do emissor e da agência.

Após o estudo preliminar realizado pelo analista, convoca-se o Comitê de Avaliação (*Rating Committe*), composto por cinco a sete integrantes, que discute a nota de *rating* apropriada para o perfil de risco de crédito em análise. O emissor é comunicado sobre a decisão do Comitê, realizando-se posteriormente a publicação da nota dada.

De acordo com a S&P, o objetivo da formação de um Comitê é reduzir a influência da opinião individual do analista líder, uma vez que o Comitê avalia e revisa a recomendação preliminar, contribuindo com novas perspectivas e revisões das informações utilizadas.

As agências são capazes de realizar a análise do perfil de risco de diversos agentes de mercado, de acordo com metodologia apropriada, incluindo países, empresas, instituições financeiras, seguradoras, produtos estruturados ou obrigações financeiras, como título de dívida, debêntures, títulos lastreados, dívida conversível, *medium-term notes*, derivativos de crédito, dentre outros. Como as agências classificam especificamente o risco das emissões ou bônus, é possível haver diferentes *ratings* para papéis de um mesmo emissor.

Em linhas gerais, o *rating* soberano considera a habilidade do governo de um determinado país em honrar suas dívidas no prazo, tanto em moeda doméstica como em moeda estrangeira, englobando a avaliação sobre riscos políticos e institucionais, perspectiva de crescimento, liquidez externa, estrutura fiscal e flexibilidade monetária.

O *rating* corporativo consiste na avaliação sobre a capacidade de pagamento de empresas emitentes de dívida. De forma geral, a metodologia envolve a análise de aspectos como o risco país, características da indústria, posição competitiva, rentabilidade, indicadores contábeis e financeiros, adequação do fluxo de caixa, estrutura de capital e liquidez. Pode-se ainda considerar a existência de suporte e/ou garantias, como seguros, carta de garantia de crédito, colateral, suporte do governo ou do grupo da empresa.

Bone (2006) explica que quando existem contrapartes, a apreciação do risco de crédito dessas instituições integra o processo de emissão da nota de *rating* corporativo. Tal procedimento permite mensurar a capacidade de pagamento das contrapartes no momento de crises financeiras ou corporativas.

A autora destaca ainda que as agências, ao analisarem a qualidade do emitente ou da emissão, baseiam-se em informações disponibilizadas pelas próprias empresas e fontes reconhecidas pelo mercado. Os *ratings* podem então ser mudados, suspensos ou retirados da lista da agência. Geralmente, o último é resultado de mudanças profundas na empresa ou falta de informação sobre a sua saúde financeira.

A *Joint Default Analysis* (JDA), adotada pela Moody's, considera que para algumas obrigações, o risco de *default* depende da correlação entre as performances do principal devedor e de outro agente, englobando os suportes total ou parcial. Em algumas circunstâncias, o *rating* da obrigação pode superar as notas das entidades garantidoras.

Para avaliação de emissores relacionados ao governo (*government-related issuers* - GRIs), por exemplo, são considerados fatores como o *rating* individual (*standalone*), o *rating* do governo, a correlação (*dependence*) e a propensão de

concessão de suporte extraordinário pelo governo (*support*).

A correlação (*dependence*) reflete a tendência de, em linhas gerais, controlador e subsidiárias estarem conjuntamente suscetíveis a circunstâncias adversas que podem resultar em *default* de ambos. Quando não há correlação entre as entidades, a probabilidade de *default* simultâneo é menor que o produto das probabilidades individuais. Por outro lado, quanto maior a correlação, maior será a probabilidade de simultaneidade de *default*.

Já o suporte extraordinário (*support*) representa a propensão, seja do governo ou dos controladores de forma geral, de fornecer suporte financeiro (ou outras proteções contratuais) caso necessário.

Em diversos casos, o *rating* do governo/controlador e a propensão de suporte extraordinário podem contribuir para elevação do *rating* final e/ou para reduzir a probabilidade de *downgrade* da empresa.

Em algumas agências, a metodologia estabelece que o *rating* de empresas relacionadas ao governo não poderá ser superior ao estabelecido para o último. Ou seja, apesar da importância da avaliação do desempenho operacional e financeiro, existe um limitador da nota e o *rating* da empresa não poderá ultrapassar o do governo. Em casos mais extremos, empresas totalmente controladas são avaliadas como se fossem o próprio governo.

Produtos estruturados como *asset backed securities* (ABS), *residential mortgage-backed securities* (RMBS), *asset-backed commercial paper* (ABCP), *commercial mortgage-backed securities* (CMBS) e CDOs são analisados de forma peculiar. A metodologia de análise envolve a avaliação dos riscos potenciais frente à estrutura legal do instrumento e à qualidade de crédito do ativo em garantia. Considera-se ainda o risco de antecipação e eventuais proteções contra a probabilidade de inadimplência.

A escala de *rating* da Moody's varia entre Aaa e C. Quando um emissor de título é classificado como Aaa, considera-se que possui uma probabilidade mínima de *default*, enquanto a classificação C indica que o emissor está em *default*, com poucas possibilidades de recuperação. Já as escalas da S&P e da Fitch são idênticas, variando entre AAA (melhor classificação) e D. Elevações na escala são denominadas *upgrades*, enquanto as quedas são *downgrades*. Ademais, emissores classificados até Ba1 na escala da Moody's e BB+ na S&P e na Fitch são considerados grau especulativo e aqueles classificados acima são grau de investimento.

As escalas de *ratings* de longo prazo das agências Moody's, S&P e Fitch são apresentadas na Figura 2.1 a seguir:

Moody's	S&P	Fitch
Aaa	AAA	AAA
Aa1	AA+	AA+
Aa2	AA	AA
Aa3	AA-	AA-
A1	A+	A+
A2	A	A
A3	A-	A-
Baa1	BBB+	BBB+
Baa2	BBB	BBB
Baa3	BBB-	BBB-
Ba1	BB+	BB+
Ba2	BB	BB
Ba3	BB-	BB-
B1	B+	B+
B2	B	B
B3	B-	B-
Caa1	CCC+	CCC+
Caa2	CCC	CCC
Caa3	CCC-	CCC-
Ca	CC	CC
C	D	D

Figura 2.1: Escalas de ratings: Moody's, S&P e Fitch.

De acordo com a metodologia da S&P, as notas de *rating* podem ser interpretadas da seguinte forma:

- AAA - Melhor avaliação. Capacidade extremamente forte de honrar seus compromissos financeiros.
- AA - Capacidade muito forte de honrar seus compromissos financeiros.
- A - Forte capacidade de honrar compromissos financeiros, mas suscetível a condições econômicas adversas.
- BBB - Capacidade adequada para honrar compromissos financeiros, mas suscetível a condições econômicas adversas.
- BBB- - Menor patamar de grau de investimento.

- BB+ - Maior patamar de grau especulativo.
- BB - Menos vulnerável no curto prazo, mas pode enfrentar grandes incertezas relacionadas a adversidade financeira e condições econômicas.
- B - Mais vulnerável a adversidades financeiras e condições econômicas, mas atualmente tem capacidade de honrar seus compromissos financeiros.
- CCC - Vulnerável e dependente dos ambientes financeiros, de negócios e de condições econômicas favoráveis para honrar seus compromissos financeiros.
- CC - Altamente vulnerável. *Default* ainda não ocorreu, mas é esperado com certa certeza.
- C - Altamente vulnerável ao não pagamento de obrigações e as chances de recuperação são menores que em outros patamares de *rating*.
- D - *Default* de um compromisso financeiro ou violação das condições de pagamento dos compromissos financeiros.
- NR - *Not Rated* - Sem nota de *rating*.

Para emissores domiciliados fora dos EUA, as agências fornecem *rating* em moeda estrangeira (*foreign currency rating*) e em moeda nacional (*local currency rating*), sendo que cada uma é subdividida em curto e longo prazo.

O *rating* de curto prazo avalia o risco de crédito para obrigações com vencimento de até 1 ano (365 dias).

A Moody's (2015) esclarece que as avaliações de longo e de curto prazo são prospectivas e refletem a opinião relativa a obrigações financeiras emitidas por diversas instituições financeiras ou não financeiras. *Ratings* de longo prazo são atribuídos aos emissores ou às obrigações com um prazo original de um ano ou mais e refletem tanto a probabilidade de *default* como a perda financeira esperada em um evento de *default*. Classificações de curto prazo são atribuídas a obrigações com um prazo original de 13 meses ou menos.

Para a Fitch, o *rating* internacional em moeda local mede a probabilidade de pagamento na moeda do local em que o emissor está domiciliado, não considerando então o risco de conversão da moeda local para estrangeira. Já o *rating* em moeda estrangeira considera adicionalmente o risco de transferência e conversibilidade.

O *rating* em escala nacional considera uma avaliação de qualidade de crédito relativa ao *rating* do mais baixo risco de crédito do país, geralmente atribuído aos compromissos financeiros do estado soberano. A Fitch informa ainda que os *ratings* nacionais não são comparáveis internacionalmente e são

reconhecidos pela adição de um identificador especial para o país. É possível atribuir *rating* em escala nacional aos residentes no país, ou aos não domésticos que emitem dívida em um dado mercado nacional.

Existem ainda instrumentos como *Outlook* (ou Perspetiva) e *Credit Watch*, utilizados pelas agências para intermediar mudanças na escala de *rating*. Na metodologia da S&P (Standard & Poor's, 2012), o *Credit Watch* indica a direção potencial da mudança de *rating*, dependente de eventos e tendência de curto prazo, tipicamente decidido em até 90 dias. Já o *Outlook* indica a direção potencial de mudança de *rating* em um período de 6 meses a dois anos, podendo ser classificado como positivo, negativo, estável ou em desenvolvimento.

Quanto à forma de pagamento, além daqueles efetuados pelos agentes avaliados, em geral anual e por emissão, uma fonte adicional de receitas das CRAs é a assinatura de acesso a informações sobre *ratings* e notas técnicas sobre metodologia usualmente demandadas pelos investidores.

De acordo com Fulghieri et al. (2014), um aspecto controverso sobre a metodologia de análise das CRAs é a publicação de *rating* não solicitado (*unsolicited rating*) definido como a avaliação realizada sem a requisição do emissor. Essa categoria não envolve o pagamento de remuneração e está sujeita a certas restrições, uma vez que a agência terá acesso somente a informações públicas do emissor. A análise dos autores mostra que a publicação de *ratings* dessa natureza reduz a receita esperada das CRAs, mas gera uma ameaça crível de punição aos emissores que descontinuem os contratos de *rating* por discordarem com as notas dadas ou que se recusarem a solicitar uma avaliação. Tal categoria é amplamente utilizada e responde por uma parcela considerável do número de *ratings* publicados. Argumentam ainda que as publicações não solicitadas aumentam a credibilidade das agências por mostrarem indícios aos investidores da resistência de inflar as notas de *rating* em troca dos pagamentos efetuados pelos emissores.

As avaliações realizadas são revisadas periodicamente, considerando informações relevantes, mudanças nas perspectivas, em aspectos econômicos, em certas características do setor de atividade do emissor, dentre outros. Uma vez que as agências monitoram constantemente o mercado, dependendo dos movimentos macroeconômicos ou do desempenho financeiro do agente em avaliação, pode ocorrer uma antecipação do período de revisão da nota de *rating*.

2.4

Críticas quanto ao Desempenho das Agências de Rating

O atual modelo de análise de risco de crédito adotado pelas agências de *rating* vem sendo alvo de diversas críticas relacionadas a conflito de interesse, falta de transparência das metodologias adotadas nas avaliações e dificuldades das agências em antecipar movimentos relacionados a crises financeiras.

Vários trabalhos na literatura (Mathis et al., 2009; Bar-Isaac e Shapiro, 2011; Bolton et al., 2012; Fulghieri et al., 2014; Hirth, 2014) mostram evidências do comportamento contracíclico das agências: cenários de crescimento e *boom* econômico estão associados a padrões mais flexíveis de análise (e generalizações de *upgrades*) e padrões mais rígidos em cenários de contração da economia.

Bar-Isaac e Shapiro (2011) explicam que a redução da qualidade das notas de *rating* em períodos de crescimento está associada à flexibilização no rigor da análise realizada pelas CRAs, já que nesses períodos há uma menor probabilidade de *default*, o monitoramento das atividades das agências é menos efetivo e há um menor retorno frente ao aumento da qualidade de suas análises.

Ponce (2012) e Rablen (2013), entre outros, criticam a incapacidade das agências em antecipar crises e a lentidão em reduzir as notas diante da deterioração do perfil de risco de crédito de um determinado emissor.

Analisando a literatura pertinente, Sy (2004) aponta algumas razões que tentam explicar o fraco desempenho das agências (em especial quando se trata de *rating* soberano) em antecipar crises financeiras: (i) as agências não têm acesso a informações oportunas, precisas e abrangentes sobre a solvência do emissor; (ii) o *moral hazard* do emissor após receber a nota de *rating* e (iii) as agências não têm incentivos suficientes para rebaixar o *rating* porque eles recebem remuneração do emissor avaliado e os rebaixamentos podem precipitar precocemente determinadas crises. O modelo proposto por Sy (2004) mostra que, como em estudos anteriores, os *ratings* não são bons preditores de crises, sendo ajustados apenas *ex-post*. As estimativas *probit* realizadas evidenciam que apesar de não serem capazes de prever crises cambiais, há alguma capacidade de prever crises de dívidas (*distressed debt events*).

Destaca-se ainda o conflito de interesse relacionado ao atual modelo de pagamento das agências de *rating*: o *issuer pays model*. Nesse modelo, os emissores avaliados pagam as agências que realizam a análise de seu risco de crédito.

De acordo com Jiang et al. (2012) nos primeiros anos de atividades,

Moody's e S&P geravam receitas a partir da venda de avaliações de *rating* para os investidores, modelo conhecido como *investor pays*. Porém, diante da natureza de bem público dos *ratings* e o aumento do problema do carona, a partir de meados da década de 70, as principais agências passaram a adotar o modelo de *issuer pays* (Deb e Murphy, 2009; Camanho et al., 2012).

Como já comentando, *issuer pays* é o modelo no qual o próprio emissor avaliado é responsável pelo pagamento da remuneração às agências. Esse possui um potencial conflito de interesse que pode gerar distorções/viés na análise realizada, já que o agente que solicita a avaliação do seu risco de crédito é o mesmo que efetua o pagamento da remuneração referente à avaliação. A posição favorável de barganha do emissor pode fazer com que as agências flexibilizem a análise de risco, gerando notas de *rating* mais favoráveis com o objetivo de tornar o seu negócio mais atrativo (Efing e Hau, 2015).

Em análise empírica, Strobl e Xia (2011) comparam os *ratings* emitidos pela S&P, o qual adota o modelo de *issuer pays*, e aqueles emitidos por Egan-Jones Rating Company, que utiliza o modelo de *investor pays*. Os resultados mostram que há uma tendência a maior favorecimento das notas de *rating* pela S&P, já que o conflito de interesse nessa agência é maior.

Como defesa, as CRAs argumentam que o custo relacionado à perda de credibilidade no mercado (perda de reputação) gera desincentivo ao comportamento oportunista e ao inflacionamento do *rating*. Ademais, frente à crítica sobre a incapacidade de previsão de crises, afirmam que as classificações publicadas oferecem uma avaliação de probabilidade de *default* e não de probabilidade de crise (Sy, 2004).

Porém, ao estudar o argumento do custo de reputação, Mathis et al. (2009) constataram que a reputação só incentivará um comportamento honesto das agências se grande parte de suas receitas vierem de fontes diversas daquelas relacionadas às atividades de avaliação de *rating*. Para Bolton et al. (2012) e Efing e Hau (2015), a reputação pode ser insuficiente para disciplinar as agências quando há um grande número de investidores que acreditam nas avaliações realizadas pelas CRAs (*trusting investors*) ou se o viés de *rating* gera grandes benefícios para o investidor (Opp et al., 2013). Bar-Isaac e Shapiro (2011) analisam como a preocupação com a reputação varia com o ciclo de negócio: o modelo mostrou que há incentivos para redução da acuracidade na metodologia de apreciação das notas de *rating* quanto maior o patamar de remuneração das CRAs, com o aumento da competição por analistas especializados e quando existe uma menor probabilidade de *default* dos diversos agentes e títulos analisados.

Ademais, como explicado por Hirth (2014), a competição entre agências é um tema controverso. A literatura mostra resultados divergentes sobre a relação entre o número de agências de *rating* no mercado e inflação das notas publicadas. Argumenta-se, por um lado, que o aumento da competição entre as agências pode reduzir a eficiência das avaliações, já que a elevação do número de CRAs no mercado gera maiores oportunidades para inflacionamento das notas de *rating* (Mathis et al., 2009; Skreta e Velkamp, 2009; Becker e Milbourn, 2011; Bolton et al., 2012; Camanho et al., 2012). Por outro lado, existe também o argumento que defende que a maior competição pode contribuir para o aumento da qualidade das notas. Nesse contexto, para Blundell-Wignall e Atkinson (2008), considerando as publicações da *Financial Stability Forum* (FSF), a estrutura de oligopólio no atual modelo de *issuer pays* gera riscos relacionados à remuneração e ao comportamento dos agentes envolvidos no contrato. Os autores afirmam que um mercado competitivo de *rating* gera pressões sobre o patamar de remuneração das CRAs, reduzindo o risco moral e melhorando o processo de avaliação.

Os emissores podem adotar um comportamento de *shopping* por *rating*, no qual buscam o *rating* mais favorável. Mais competição entre as agências pode acirrar o problema, uma vez que há a possibilidade que o emissor procure agências que sobrevalorizem a nota de *rating* a ser publicada (Skreta e Veldkamp, 2009; Bolton et al., 2012; Camanho et al., 2012). Admite-se então a existência de situações em que o emissor só realiza o pagamento caso autorize a publicação da nota, sendo possível solicitar outra avaliação caso não concorde com a nota atribuída originalmente.

Efing e Hau (2015) constataram que o favorecimento das notas de *rating* está relacionado à retenção de clientes, análise de estruturas complexas de dívidas e períodos de crescimento econômico. A agência pode fornecer *ratings* favoráveis com o intuito de preservar e fortalecer laços de negócios com alguns clientes. Em especial, os autores explicam que o favorecimento da nota pode ser maior para produtos financeiros complexos porque reguladores e investidores acham relativamente mais difícil identificar um *rating* inflacionado nessas estruturas. Em relação ao ciclo econômico, em períodos de crescimento, quando a probabilidade de *default* é pequena e o custo de reputação é baixo, torna-se mais fácil ceder a pressões para inflacionar o patamar de *rating*. Em períodos de crises, contudo, a tendência para inflar a nota é menor em um contexto cuja aversão ao risco, percepção de incerteza e a probabilidade de *default* são maiores.

Se por um lado a estabilidade das notas de *rating* contribui para redução

da volatilidade no mercado de capitais, por outro, reduz a real percepção do risco ao longo do tempo, diante das mudanças no perfil do emissor e variações no ambiente macroeconômico.

Outro fator de crítica é a morosidade na redução das notas após a deterioração da qualidade de risco crédito, particularmente quando considerados produtos financeiros mais complexos (Camanho et al., 2012).

Além da influência das expectativas do mercado, é possível observar que, de forma geral, existe uma defasagem temporal pequena nas decisões tomadas pelas agências de *rating*. A hipótese é que existe uma tendência que a agência aguarde a decisão das demais CRAs com o intuito de evitar assumir sozinha a responsabilidade por equívocos de análise.

Destaca-se ainda a grande influência das decisões das agências sobre à estabilidade do mercado. Em especial, rebaixamentos das notas de *rating* podem gerar um forte efeito adverso, causando instabilidades financeiras do emissor ou do mercado no qual está inserido.

Akdemir e Karsli (2012) observaram que com o rebaixamento do *rating* soberano dos Estados Unidos, em agosto de 2011, de AAA para AA+, sugerindo que as *Treasuries* norte-americanas não poderiam ser vistas como *risk free*, acarretou uma série de impactos na economia global. Os autores afirmam que as consequências imediatas foram a queda da confiança dos investidores e a perda de liquidez. Após o rebaixamento, assistiu-se a redução generalizada dos índices de mercados globais, registrando um forte fluxo de investimentos para moedas diferentes do dólar e queda no preço do petróleo.

Nota-se ainda a existência de imprecisões nos modelos de avaliação das agências (Bolton et al., 2012) e ajustes qualitativos na nota final de *rating*. Analisando informações sobre 916 CDOs entre janeiro de 1997 e março de 2007, Griffin e Tang (2012) mostram que frequentemente são realizados ajustes positivos nas notas de *rating* após os resultados dos modelos quantitativos adotados pelas agências. Tais ajustes estão correlacionados positivamente com os rebaixamentos efetuados no período imediatamente após a eclosão da crise de 2008. Os autores notaram ainda que quanto maior os ajustes, mais severos foram os rebaixamentos subsequentes.

O ápice da crise em setembro de 2008 com a quebra do Lehman Brothers, classificado como A, acirrou os debates sobre o risco sistêmico gerado pelos equívocos nas análises das agências de *rating*.

Nesse contexto, com a eclosão de diversas crises financeiras e corporativas nas últimas décadas, especialmente a recente crise *subprime* de 2008, as

agências de *rating* vêm sendo fortemente criticadas pelas falhas nas avaliações, falta de transparência das metodologias adotadas e dificuldades em antecipar movimentos relacionados a crises.

Em termos regulatórios, após a crise envolvendo a Enron, o Congresso americano aprovou a *Credit Rating Agency Reform Act*, em 2006, aumentando a rigidez da supervisão da SEC sobre as atividades das agências, incluindo a exigência de entrega periódica de relatórios, publicação de procedimentos internos e de metodologias utilizadas e mensuração do desempenho de suas análises.

Além disso, um dos principais resultados dos esforços para reduzir as causas da crise de 2008 foi a aprovação da *Dood Frank Act* nos Estados Unidos que estabeleceu medidas com objetivo de combater as razões que poderiam gerar novas crises no sistema financeiro. Particularmente, a *Dood Frank Act* criou mecanismos para aumentar a supervisão sobre a atuação das agências, incluindo, entre outros, melhorias nos controles internos, na metodologia de análise e na transparência de suas atividades.

Adicionalmente, com o intuito de reduzir os problemas relacionados ao modelo vigente, principalmente o conflito de interesse, vários autores defendem a adoção de uma forma de remuneração diferenciada como *investor pays* (Mathis et al., 2009; Jiang et al. 2012), pagamentos antecipados acompanhado pela publicação automática das notas de *rating* (Bolton et al. 2012) ou plataformas de pagamento (Mathis et al., 2009; Ponce, 2012).

Skreta e Veldkamp (2009) apresentam algumas soluções para redução de possíveis conflitos de interesse: (i) solicitação de *rating* por investidores, uma vez que os últimos, principalmente os maiores, utilizam todas as informações disponíveis para analisar o ativo em avaliação, não havendo interesse em realizar buscas por um *rating* mais favorável e (ii) presença de apenas uma agência de *rating* regulada, que avalie todos os papéis no mercado.

Stolper (2009) e Hirth (2014) acrescentam que o regulador pode incentivar o comportamento honesto das agências de *rating* centralizando o monitoramento da qualidade.

Apesar das críticas, as notas de *ratings* continuam importantes por questões regulatórias e de política institucional de investimento, uma vez que vários fundos são regulamentados para investir apenas em papéis classificados como grau de investimento. Tal argumento é reforçado por Bone (2006) que observa que as agências de *rating* ainda detêm grande poder sobre os emitentes

Frank Wall Street Reform and Consumer Protection Act

de dívida, já que a SEC mantém a exigência de classificação para a inserção no mercado financeiro americano.

2.5

Agências, Assimetria de Informação e Avaliação do Rating

O argumento majoritário na literatura está alinhado com Hirth (2014) que afirma que as CRAs contribuíram para o acirramento da crise *subprime*, majorando as notas de *rating* intencionalmente.

Contudo, alega-se que a existência de custos de reputação reduz o incentivo para o inflacionamento das notas publicadas. Outros fatores podem estar associados a erros cometidos pelas agências, principalmente os relacionados à falha no fluxo de informações entre avaliador e avaliado. Assim, a assimetria entre as agências de *rating* e os emissores, seja pela falta ou deficiência na coleta e processamento de informações ou pelo comportamento do emissor após a publicação da nota (aumentando seu patamar de dívida ou arrojando sua carteira de investimentos, por exemplo), pode acarretar equívocos não intencionais nas análises realizadas pelas CRAs.

Além do conflito de interesse e dos problemas intrínsecos à avaliação de riscos, nas últimas décadas as agências passaram a avaliar ativos financeiros novos e complexos para os quais não havia nenhum registro de dados históricos e modelos adequados de quantificação de riscos (Builter, 2007). O aumento da complexidade na estruturação e a falta de transparência na comercialização de alguns produtos financeiros geraram dificuldades para os agentes, incluindo as CRAs, avaliarem e/ou precificarem os papéis negociados nesses mercados.

De acordo com Coval et al. (2009), a habilidade de “empacotamento”, criando ativos aparentemente pouco arriscados a partir de lastros com riscos elevados, especialmente no período pré-crise de 2008, acarretou uma forte expansão de valores mobiliários estruturados. Nesse contexto, Andersen et al. (2012) constataram que o aumento da demanda por ativos nesse mercado encorajou a estruturação de títulos (CDOs na explicação dos autores) cada vez mais complexos, elevando a participação de empréstimos *subprime* em sua estruturação

Andersen et al. (2012) explicam ainda que os CDOs podem ser estruturas creditícias complexas compostas por diversos *pools* de empréstimos conhecidos como RMBS, ou seja, um mesmo CDO pode conter diversos perfis de empréstimos RMBS. A expansão das transações com CDOs incentivou o aumento pela demanda de empréstimos para securitização, incluindo aqueles

com o perfil mais arriscado. Os autores consideram que o desbalanceamento macroeconômico, desregulação, inovações financeiras e os preços praticados no mercado mobiliário americano formaram a base para o crescimento agressivo de CDOs. Nesse ambiente, as CRAs concediam notas de *rating* elevadas, incentivando o aumento das vendas de *Credit Default Swaps* (CDS) pelas seguradoras, contribuindo para o fortalecimento da percepção que os riscos eram apenas marginais. Com o aumento da inadimplência nos financiamentos imobiliários, as agências perceberam que o risco de crédito desses produtos financeiros era maior, ajustando a nota de *rating*. O movimento de rebaixamento maciço, de grau de investimento para especulativo, forçou a venda de diversos papéis, intensificando o movimento de desvalorização desses títulos.

Sy (2004) argumenta que o desempenho das agências pode ser prejudicado por deficiências das informações sobre a solvência de emissores. Utzig (2010) considera que enquanto o sistema de *rating* corporativo e soberano vem se mostrando confiável, existe uma menor robustez na análise de produtos financeiros estruturados, diante da grande volatilidade dos últimos em relação a papéis tradicionais. Nesse sentido, de acordo com os resultados encontrados no modelo estudado por Wojtowicz (2014), as avaliações de crédito das agências representam estimativas precisas e imparciais sobre o mundo real, mas elas podem ser consideradas insuficientes para precificação e gestão de riscos. Na visão do autor, tais resultados são surpreendentes frente ao importante papel exercido pelas agências no mercado.

Assim, a expansão de produtos financeiros complexos agravou o problema de assimetria de informação entre emissores e agências. Gerou-se então um ambiente propício para redução da eficiência da avaliação do risco de crédito frente à dificuldade em mensurar os riscos desse tipo de produto, uma vez que envolve o empacotamento de ativos pouco arriscados (*prime*) e muito arriscados (*subprime*).

Paralelamente, o problema pode ser agravado pelo *moral hazard*, pois após ser classificado com uma determinada nota e sabendo das limitações de acesso das agências a informações privadas, o emissor pode tomar decisões de investimento e financiamento que deteriorem o seu perfil de crédito sem que as agências percebam esse movimento, pelo menos no curto prazo.

Mishkin (2013) aponta três fatores que criaram um ambiente propício à crise de 2008: (i) a inovação financeira incentivou a realização de avaliações de risco de crédito mais refinadas e reduziu os custos de transação, permitindo a criação de sofisticados instrumentos financeiros por meio da securitização,

como MBS e CDO. Porém, tais produtos estruturados tornaram-se muito complexos, gerando dificuldades em sua avaliação e precificação pelos agentes de mercado; (ii) existência de um mercado no qual havia poucos incentivos para que os emissores de produtos estruturados analisassem os riscos detalhadamente, já que eram facilmente vendidos a investidores interessados e (iii) as agências de *rating* assessoravam os clientes na estruturação de produtos financeiros ao mesmo tempo que avaliavam o risco de tais produtos, criando conflito de interesse e encorajando a inflação das notas.

As baixas taxas de juros mantidas pela autoridade monetária americana instigaram diversos agentes a procurarem investimentos mais arriscados na busca por maiores retornos. Paralelamente, diante da valorização dos imóveis e do baixo patamar de juros no mercado hipotecário americano, assistiu-se ao aumento da demanda por empréstimo e da elevação expressiva das vendas. O aquecimento no mercado incentivou a concessão de financiamentos maiores e mais arriscados atingindo tomadores de empréstimos *subprime* denominados NINJA (*No Income, No Job, No Assets*). Defendia-se que a baixa correlação entre os tomadores de crédito nas diversas regiões geográficas diluiria os riscos intrínsecos. Porém, com a queda dos preços dos imóveis norte-americanos e aumento das taxas de juros, houve uma generalização da insolvência nas linhas de crédito hipotecário em todo país.

Blundell-Wignall e Atkinson (2008) observaram que o aumento da inadimplência das hipotecas *subprime* no começo de 2007 fomentou a queda dos preços e gerou, conseqüentemente, perdas nas securitizações atreladas aos financiamentos de baixa qualidade. Com as regras contábeis vigentes de marcação de mercado, essas perdas tinham que ser reconhecidas nos balanços das instituições envolvidas. Diante disso, houve um aumento generalizado de rebaixamentos feitos pelas agências de *rating*, resultando na perda da confiança dos investidores. Os bancos centrais tornaram-se os principais fornecedores de liquidez. Ninguém tinha certeza de quanto valiam os ativos envolvidos na crise e, portanto, o tamanho da perda e das potenciais falências, prorrogando a crise de liquidez.

Nesse contexto, a percepção é que inovações financeiras como CDOs, CDS, RMBS, ABS foram capazes de camuflar, por meio de securitizações e ressecuritizações, os riscos associados a negociações desses papéis. A situação foi agravada pela falta de documentação de registro dos financiamentos *subprime*, impossibilitando a coleta de informações suficientes para mensurar corretamente os riscos relativos a produtos financeiros securitizados (Andersen et al., 2012). A falsa sensação de segurança, em parte gerada pelas notas de

rating elevadas, acarretou uma grande euforia no mercado e uma busca cada vez maior por inovações que gerassem maiores retornos para o investidor.

Para Heitfield (2009), a contribuição das agências para a recente crise financeira está relacionada à subestimação do risco de crédito de diversos produtos financeiros estruturados, principalmente CDOs, sobretudo porque não havia uma clara diferenciação da metodologia de avaliação entre os *rating* de produtos estruturados e papéis corporativos/soberano (não estruturados). Para mostrar a gravidade de sua constatação, o autor enumera três razões para a existência de diferenciação entre o processo de *rating* de produtos estruturados e não estruturados: (i) notas de crédito de produtos não estruturados (apenas uma dimensão) abrangem informações limitadas sobre o risco de créditos de securidades; (ii) fatores como choque de mercado: securidades contratadas por diversos ativos são mais sensíveis a fatores sistemáticos, porém tais fatores não são relevantes nos modelos de avaliação de risco de crédito corporativos e (iii) a complexidade gerou dificuldades adicionais em relação à capacidade de mensuração da probabilidade de erro e a perda esperada desses papéis.

A eclosão da crise revelou que a metodologia de avaliação de *rating* para títulos estruturados era bem menos eficaz quando comparado às avaliações de títulos tradicionais. Ademais, de acordo com Andersen et al. (2012), a SEC apontou que, no período pré-crise, os departamentos responsáveis pelas avaliações de produtos estruturados apresentavam deficiências quanto ao número de funcionários, ao sistema de gerenciamento e à falta de procedimentos transparentes de avaliação. Esse argumento é reforçado pelos resultados do modelo analisado por Skreta e Veldkamp (2009) que verificaram que quando a complexidade do ativo é pequena, a avaliação de *rating* é precisa. Porém, em algumas circunstâncias e diante da possibilidade de busca por *ratings* mais favoráveis, a elevação da complexidade pode gerar viés nas notas publicadas.

Diante das discussões apresentadas na literatura e de alguns dados empíricos, pode-se afirmar que a expansão das negociações de produtos financeiros complexos e securitizações envolvendo financiamento de alto risco como o *subprime* contribuíram para o aumento da assimetria de informação entre emissores e agências de avaliação de risco, reduzindo a eficiência das análises das últimas.

Ilustra-se então com dados recentes o argumento que a existência de informação assimétrica pode comprometer a efetividade das avaliações realizadas pelas agências, aumentando a probabilidade de equívocos diante da

dificuldade no acesso a dados suficientes para realizar uma avaliação correta do perfil de risco de crédito do emissor avaliado.

2.6

Teoria dos Jogos Evolucionários

A teoria dos jogos evolucionários foi inicialmente desenvolvida com a aplicação dos princípios matemáticos da teoria dos jogos à biologia. Cabral (2008) explica que a teoria dos jogos evolucionários é uma ramificação da teoria dos jogos motivada pela dinâmica de populações e que recebeu impulso significativo com o biólogo teórico John Maynard Smith e com matemático John Nash. As interações estratégicas ao longo do tempo ocorrem porque a adaptação de traços biológicos e de comportamento depende tanto do ambiente como da superioridade do comportamento da população corrente em relação a comportamentos alternativos (Friedman, 1998).

No jogo clássico, o objetivo do jogador é escolher a estratégia que maximiza o ganho, seja em jogos de conflito ou de cooperação, partindo da premissa que os agentes são racionais. No modelo mais básico, dois jogadores racionais interagem escolhendo, no conjunto de estratégias disponíveis, aquela que gera o maior *payoff* frente à escolha do outro jogador, podendo ocorrer de forma simultânea ou sequencial.

Um dos conceitos mais relevantes dentro da teoria dos jogos é o equilíbrio de Nash. Esse equilíbrio é definido como a melhor resposta frente à escolha do outro jogador, não havendo incentivos para desvios unilaterais. Cabe destacar que o equilíbrio de Nash pode não ser o maior *payoff* dos jogadores, como no resultado do dilema dos prisioneiros.

Na teoria evolucionária, o jogo é randomicamente repetido e os jogadores podem mudar de estratégia ao longo do jogo, de acordo com os *payoffs* recebidos. Ao longo do tempo, selecionam-se aleatoriamente pares de jogadores para competir em um jogo formal (*state game*). Os jogadores são programados para escolher uma estratégia contra seu oponente, não necessariamente a estratégia ótima.

Com base em modelos dinâmicos, os jogos evolucionários permitem que as estratégias que geram maiores *payoffs* disseminem-se à medida que os jogos são repetidos. No jogo evolucionário, o jogador busca a melhor estratégia em um processo de interação e aprendizagem (tentativa e erro), diferenciando-se da teoria tradicional que parte da premissa de racionalidade dos agentes.

Para Friedman (1998), o jogo evolucionário é um modelo formal de

interações estratégicas no tempo na qual a estratégia com o maior *payoff* tende a substituir as estratégias com menores *payoff*. Porém, a existência de alguma inércia e o comportamento agregado faz com que não ocorram mudanças de forma repentina.

De acordo com Anastasopoulos e Anastasopoulos (2012), os processos evolucionários combinam dois mecanismos: (i) mecanismo de mutação o qual promove variedades e (ii) mecanismo de seleção o qual favorece algumas variedades em relação a outras. Nesse sentido, a ideia de mutação está relacionada ao conceito, introduzido por Maynard Smith e Price (1973), de Estratégia Evolucionariamente Estável (ESS, sigla em inglês).

A ESS é o ponto no qual há estabilização da frequência relativa das estratégias. Quando a população adota uma estratégia ESS, ela não será invadida por um mutante. Uma ESS é um refinamento da definição de equilíbrio de Nash.

Segundo Friedman (1998), um estado $s \in S$ é ESS se para todo $x \in S$:

$$f(s, s) > f(x, s) \text{ ou} \\ f(s, s) = f(x, s) \text{ e } f(s, x) > f(x, x)$$

A ESS resiste à proliferação das estratégias mutantes seja porque os invasores são menos aptos ou são igualmente aptos no estado corrente, mas menos aptos quando são maioria. Porém, esse conceito é estático e nem sempre é possível encontrar, através dele, os equilíbrios de longo prazo.

Para analisar o comportamento das populações ao longo do tempo, pode-se utilizar o replicador dinâmico. Introduzido por Taylor e Jonker (1978), esse conceito, baseado em equações diferenciais, consiste na modelagem de como uma população evolui dinamicamente ao longo do tempo através de um sistema não linear de equações e qual estado da população constitui um equilíbrio de longo prazo.

Seja $x(t) = (x_1(t), \dots, x_n(t))$ um ponto no \mathfrak{R}^n , Menasché (2005) define que um sistema dinâmico é um conjunto de equações tal que:

$$\begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} &= f_1(x_1, \dots, x_n) \\ \frac{dx_2}{dt} &= f_2(x_1, \dots, x_n) \\ &\vdots \\ \frac{dx_n}{dt} &= f_n(x_1, \dots, x_n) \end{aligned} \tag{2-1}$$

O ponto x^* é chamado de ponto crítico ou ponto estacionário quando $(f_1(x^*), \dots, f_n(x^*)) = f(x^*) = (0, \dots, 0)$, podendo ser neutramente estável, assintoticamente estável ou instável.

Pontos estacionários neutramente estáveis são caracterizados por serem suscetíveis a choques, enquanto pontos assintoticamente estáveis são equilíbrios robustos. Para que seja caracterizado como equilíbrio evolucionário, o ponto estacionário tem que ser assintoticamente estável.

A partir de uma função utilidade $U(s_i, \sigma)$ que representa o valor esperado do número de filhos de um indivíduo do tipo s_i , a cada Δt , em um estado σ , considerando tempo discreto e que em cada turno os indivíduos interagem aleatoriamente dois a dois, Menasché (2005) deduz a seguinte fórmula do replicador dinâmico:

$$\frac{dp_i(t)}{dt} = p_i(t)(U(s_i, \sigma) - U(\sigma, \sigma)) \quad (2-2)$$

Onde $p_i(t)$ é a proporção de indivíduos adotando a estratégia s_i no tempo t , $U(s_i, \sigma)$ é a utilidade média de um jogador do tipo i e $U(\sigma, \sigma)$ é a utilidade média de um jogador escolhido aleatoriamente, quando o estado da população é $\sigma = p_1 s_1 + \dots + p_n s_n$.

A interpretação do replicador é que quanto maior o *payoff* da estratégia em relação ao *payoff* médio da população, maior é o seu crescimento relativo. Ou seja, o cálculo do replicador representa a taxa de crescimento (ou decréscimo) da proporção de agentes que adotam determinada estratégia.

Partindo de um sistema de equações diferenciais para obter o equilíbrio evolucionário deve-se: (i) obter os pontos estacionários e (ii) verificar a estabilidade dos pontos encontrados.

Assim, a condição $\dot{p}_i = 0$ garante a estacionariedade. Porém, essa condição é necessária, mas não é suficiente, uma vez que o ponto também deve satisfazer a condição de estabilidade assintótica. Nesse contexto, cabe destacar que, em um sistema unidimensional (população única com duas estratégias), a condição que garante a estabilidade assintótica é $\frac{\partial \dot{p}_i}{\partial p_i} < 0$.

Em linhas gerais, em termos de estabilidade do ponto, Luenberger (1979, p. 154) define que:

“Um ponto de equilíbrio \bar{x} de um sistema linear $x(k+1) = Ax(k) + b$ ou $\dot{x}(t) = Ax(t) + b$ é assintoticamente estável se para qualquer condição inicial tende-se para \bar{x} ao longo do tempo. O ponto é instável se para as condições iniciais tende-se para o infinito.” (tradução nossa)

Em sistemas hiperbólicos, a estabilidade nos pontos estacionários pode ser analisada por meio dos autovalores do sistema na vizinhança de cada ponto.

Especificamente, para o estudo da estabilidade dos pontos críticos devem-se analisar então os autovalores na matriz jacobiana Ω do sistema linearizado na vizinhança do ponto crítico.

Para o cálculo dos autovalores em um jogo entre duas populações nos estados x e y tem-se:

$$\Omega(x, y) = \begin{bmatrix} \frac{\partial \dot{x}}{\partial x} & \frac{\partial \dot{x}}{\partial y} \\ \frac{\partial \dot{y}}{\partial x} & \frac{\partial \dot{y}}{\partial y} \end{bmatrix} \quad (2-3)$$

Fazendo:

$$\Omega(x, y) = \begin{bmatrix} \frac{\partial \dot{x}}{\partial x} - \lambda & \frac{\partial \dot{x}}{\partial y} \\ \frac{\partial \dot{y}}{\partial x} & \frac{\partial \dot{y}}{\partial y} - \lambda \end{bmatrix} \quad (2-4)$$

Onde λ é o autovalor. Os autovalores poderão ser reais ou complexos (com parte real positiva, negativa ou nula), podendo apresentar diferentes multiplicidades.

Calculando a equação característica:

$$\left[\left(\frac{\partial \dot{x}}{\partial x} - \lambda \right) \left(\frac{\partial \dot{y}}{\partial y} - \lambda \right) \right] - \left[\frac{\partial \dot{x}}{\partial y} \frac{\partial \dot{y}}{\partial x} \right] = 0$$

Os autovalores são as raízes da equação característica:

$$\lambda^2 - tr(\Omega)\lambda + det(\Omega) = 0 \quad (2-5)$$

Onde $tr(\Omega) = \frac{\partial \dot{x}}{\partial x} + \frac{\partial \dot{y}}{\partial y}$ é o traço da matriz jacobiana e $det(\Omega) = \frac{\partial \dot{x}}{\partial x} \cdot \frac{\partial \dot{y}}{\partial y} - \frac{\partial \dot{y}}{\partial x} \cdot \frac{\partial \dot{x}}{\partial y}$ é o seu determinante.

Assim:

$$\lambda_{1,2} = \frac{tr(\Omega) \pm \sqrt{tr(\Omega)^2 - 4det(\Omega)}}{2} \quad (2-6)$$

Considerando o discriminante $\Delta = tr(\Omega)^2 - 4det(\Omega)$ da matriz $\Omega(x, y)$, três situações podem ser enumeradas:

- Se $\Delta > 0$, então os autovalores são reais e distintos.
- Se $\Delta < 0$, então os autovalores são complexos.
- Se $\Delta = 0$, então os autovalores são reais e iguais.

As características do sistema a partir dos autovalores encontrados podem ser assim descritos:

- Um ponto de equilíbrio \dot{x} é assintoticamente estável se os autovalores são reais e negativos ou têm parte real negativa;
- Um ponto de equilíbrio \dot{x} é ponto de sela se os autovalores têm sinais opostos;
- Um ponto de equilíbrio \dot{x} é instável se os autovalores são reais e pelo menos um deles é positivo ou se ambos têm parte real positiva;
- Quando os autovalores são imaginários puros, o sistema não é hiperbólico.

Assim, existindo autovalores imaginários puros, o sistema não é hiperbólico na vizinhança do ponto: a linearização utilizando a matriz jacobiana não poderá ser aplicada. Nesse caso, uma forma possível de realizar a análise da estabilidade é por meio do método de Lyapunov. Tal método permite estudar a estabilidade de um ponto crítico não hiperbólico através da adoção de uma função auxiliar apropriada.

De acordo com Boyce e DiPrima (1994), o método de Lyapunov é uma generalização de dois princípios físicos que regem os sistemas conservativos: (i) uma posição de repouso é estável se a energia potencial for um mínimo local, caso contrário, é instável e (ii) a energia total é constante durante todo o movimento.

Bruegger (2005) lembra que o método não fornece um procedimento ou sugestão de como encontrar uma função apropriada para análise. O argumento é reforçado por Hirsch et al. (2004) que explicam que não há um método específico para definir a função de Lyapunov, e sua definição geralmente envolve experiência, tentativas e erros.

Em linhas gerais, supondo um sistema autônomo $\frac{dx}{dt} = F(x, y)$ e $\frac{dy}{dt} = G(x, y)$ que tenha um ponto crítico isolado na origem. Existindo uma função \dot{V} contínua e que tenha derivadas parciais contínuas. Boyce e DiPrima (1994) enunciaram que para que a função $\dot{V}(x, y) = V_x(x, y)F(x, y) + V_y(x, y)G(x, y)$ seja definida negativa em um certo domínio D do plano xy que contenha o ponto $(0, 0)$, então a origem é um ponto crítico assintoticamente estável. Se \dot{V} for semidefinida negativa, então a origem é um ponto crítico estável. Quanto à instabilidade, Boyce e DiPrima (1994) enunciaram o teorema partindo da premissa que $V(0, 0) = 0$ e que em qualquer vizinhança da origem exista pelo menos um ponto no qual V seja positiva (negativa). Existindo um domínio D que contenha a origem e no qual a função $\dot{V}(x, y) = V_x(x, y)F(x, y) +$

$V_y(x, y)G(x, y)$ seja definida positiva em D , então a origem é um ponto crítico instável. A função V é uma função de Lyapunov.

Nas últimas décadas, a teoria de jogos evolucionários vem ganhando destaque em estudos sobre comportamento competitivo das mais diversas naturezas, incluindo biologia, matemática, economia, engenharia de produção. Exemplos na literatura podem ser vistos em Cressman et al. (1998), Carrera (2009), Anastasopoulos e Anastasopoulos (2012), Barreira da Silva Rocha (2013) e Hirth (2014) entre outros.

3

Metodologia

No modelo em análise nesta dissertação, considerou-se um jogo repetidamente jogado ao longo do tempo entre uma população com um grande número de agências de classificação de risco de crédito (CRAs) e uma população com um grande número de emissores de dívida (emissores).

O jogo não cooperativo entre as populações de agências e emissores é analisado sob a ótica da teoria dos jogos evolucionários, assumindo que os indivíduos da população de CRAs interagem apenas com os emissores, e vice-versa, não levando em considerações os efeitos sobre a própria população.

Uma parcela dos emissores adota prática de boa governança corporativa, gerando elevada transparência (HT) em relação às informações repassadas às CRAs. A parcela restante utiliza práticas menos transparentes (LT). A partir das informações disponíveis, públicas e privadas, e utilizando uma metodologia pertinente, a agência de *rating* avalia o risco de crédito do emissor, classificando-o como grau de investimento ou grau especulativo.

Assume-se ainda que os recursos para investir em novos projetos devem ser captados no mercado por meio de instrumentos de dívida como, por exemplo, *bonds*. Porém, para que o emissor possa acessar o mercado, esse contratará uma agência para avaliar o seu risco de crédito e emitir uma nota que será divulgada ao mercado. O nível de aversão ao risco dos investidores é de tal ordem que os emissores são capazes de financiar seus projetos somente se classificados como grau de investimento. Financiar o projeto em carteira gera um retorno $R_i > 0$. Caso contrário, atribuindo-se grau especulativo, o emissor não poderá financiar seu projeto e seu retorno será zero ($R_i = 0$).

O retorno sobre novos projetos financiados por dívida é tal que:

$$R_H > R_L > 0 \quad (3-1)$$

Onde:

R_H - Retorno esperado dos emissores que adotam uma estratégia corporativa transparente.

R_L - Retorno esperado dos emissores que adotam uma estratégia corporativa pouco transparente.

A diferença entre os retornos dos projetos está relacionada à premissa

que os emissores pouco transparentes possuem maior custo de capital.

A proporção de emissores grau de investimento na população é λ , sendo $0 < \lambda < 1$. Assume-se ainda que o nível de transparência está relacionado exclusivamente à decisão gerencial, seguindo diretrizes de governança corporativa previamente estabelecidas.

Dado um ambiente com assimetria de informação, a transparência afeta positivamente a probabilidade p_i , $i \in \{H, L\}$, da agência avaliar corretamente o risco de um determinado emissor. Considera-se ainda que $p_H = p_L + \delta$, sendo δ a contribuição para aumento da probabilidade de sucesso da avaliação com a maior transparência do emissor.

Quanto à população de agências, partiu-se da premissa que podem assumir comportamentos distintos em relação aos critérios e ao grau de detalhamento da avaliação de risco. No modelo, as CRAs podem optar por empregar um processo de análise básica (estratégia BA) ou análise sofisticada (estratégia SO).

Para elaboração e publicação da nota de *rating*, a CRA cobra uma remuneração $\theta > 0$ do emissor que solicita a análise do seu risco de crédito. Considera-se que as receitas das agências são geradas exclusivamente pelos pagamentos efetuados por emissores (*issuer pays model*) e apenas aqueles classificados como grau de investimento realizam o pagamento. Além disso, somente aqueles classificados como grau de investimento, sejam eles realmente grau de investimento ou não, são capazes de acessar o mercado de capitais com o objetivo de financiar os projetos em sua carteira, gerando um retorno líquido de $\Pi_i = R_i - \theta$.

Na estratégia SO, a agência de *rating* incorrerá em um custo de análise das informações do emissor c_i , onde $i \in \{H, L\}$ e $c_L > c_H$, e será capaz de avaliar corretamente o seu perfil de crédito. Ou seja, as CRAs que adotam uma estratégia de análise sofisticada são capazes de observar perfeitamente o risco do emissor avaliado.

Já na estratégia BA, a agência não incorrerá em custo de avaliação, mas tem uma capacidade de análise mais restrita, com probabilidade $1 - p_i$ ($0 < 1 - p_H < 1 - p_L < 1$) de classificar incorretamente um emissor grau de investimento como especulativo, e vice-versa. Na estratégia básica existe ainda um custo de reputação ρ relacionado a equívocos de avaliação.

É possível então enumerar quatro situações relacionadas à análise do perfil de um determinado emissor:

- Com probabilidade λp_i , a CRA avaliará corretamente o emissor como grau de investimento;
- Com probabilidade $\lambda(1 - p_i)$, a CRA classificará como especulativo um emissor grau de investimento (“Deflacionamento” não intencional da nota de *rating*);
- Com probabilidade $(1 - \lambda)p_i$, a CRA classificará corretamente um emissor como grau especulativo;
- Com probabilidade $(1 - \lambda)(1 - p_i)$, a CRA avaliará como grau de investimento um emissor com perfil especulativo (“Inflacionamento” não intencional do *rating*).

O último caso é similar ao contexto no mercado americano antes da eclosão da crise de 2008, na qual a complexidade para analisar alguns instrumentos financeiros acarretou a realização de avaliações incorretas sobre o perfil de risco crédito geradas pelas agências de *rating*.

Seguindo Bizzotto (2014), no presente modelo as agências enfrentam uma situação semelhante ao *trade-off* clássico envolvendo agências de *rating*: inflar a nota, aumentando suas receitas ou agir honestamente e preservar a sua reputação.

Como em Hirth (2014), o modelo adota a premissa que os pagamentos são efetuados exclusivamente pelos emissores e não há eventos de *unsolicited rating*. Ademais, os jogadores não são capazes de reconhecer as características dos demais.

3.1

Emissores de Dívida

Em um cenário em que a agência realiza uma análise sofisticada, o *payoff* esperado do emissor será:

$$\lambda \Pi_i; \quad i = \{H, L\} \quad (3-2)$$

Onde:

$$\Pi_H > \Pi_L$$

Nesse caso, as CRAs são capazes de avaliar corretamente o risco de crédito dos emissores, independentemente da estratégia corporativa que adotam, e apenas emissores grau de investimento podem acessar o mercado para financiar seus projetos.

Já o *payoff* esperado dos emissores quando analisados por uma agência que utiliza uma estratégia de análise básica (BA) será:

$$[\lambda p_i + (1 - \lambda)(1 - p_i)] \Pi_i; \quad i = \{H, L\} \quad (3-3)$$

Onde:

$$p_H > p_L$$

$$\Pi_H > \Pi_L$$

Na equação acima, as agências podem não identificar corretamente o risco de crédito do agente avaliado, havendo o risco de classificar emissores com perfil especulativo como grau de investimento, e vice-versa. Quando a CRA adota uma estratégia básica, o emissor será capaz de investir em um projeto sempre que for grau de investimento, o que ocorre com frequência λ , e que a agência classifica corretamente com probabilidade p_i , ou quando for especulativo, mas é classificado equivocadamente como grau de investimento, o que ocorre com probabilidade $1 - p_i$.

Considerando as premissas do modelo, a matriz de *payoffs* dos emissores é apresentada a seguir:

$$\begin{array}{cc} & \begin{array}{cc} SO & BA \end{array} \\ \begin{array}{c} LT \\ HT \end{array} & \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} \end{array} \quad (3-4)$$

Onde:

$$a_{11} = \lambda \Pi_L$$

$$a_{21} = \lambda \Pi_H$$

$$a_{12} = [\lambda p_L + (1 - \lambda)(1 - p_L)] \Pi_L$$

$$a_{22} = [\lambda p_H + (1 - \lambda)(1 - p_H)] \Pi_H$$

3.2

Agências de Rating

Quando a CRA opta por adotar a estratégia sofisticada (SO) arcará com um custo de esforço de coleta e análise de informações c_i .

Nesse caso, a agência tem garantia que identificará corretamente o risco de crédito do emissor avaliado, independentemente do seu nível de transparência. Como uma das premissas do modelo é que apenas emissores classificados como grau de investimento pagam a remuneração cobrada θ , a

receita esperada da agência sofisticada será $\theta\lambda$. Considerando o custo do esforço de análise de dados, o *payoff* da CRA quando realiza esse tipo de análise é:

$$\theta\lambda - c_i; i \in \{H, L\} \quad (3-5)$$

Onde:

$$0 < c_H < c_L < \theta$$

Já na análise básica (BA), a existência de assimetria de informação entre emissores e agências gera a possibilidade de realização de uma avaliação incorreta do perfil de crédito do emissor com probabilidade $(1 - p_i)$. Cabe destacar que quanto menor o patamar de transparência do emissor, maior a probabilidade de equívoco na análise, ou seja, $(1 - p_L) > (1 - p_H)$.

A agência deve observar ainda que o erro de avaliação acarreta um custo de reputação ρ que reduz o *payoff* esperado.

Assim, especificamente para o caso da estratégia BA, considera-se que: (i) com λp_i avalia-se corretamente o emissor como grau de investimento; (ii) com $\lambda(1 - p_i)$ avalia-se equivocadamente o emissor como especulativo; (iii) $(1 - \lambda)p_i$ avalia-se corretamente o emissor especulativo e (iv) com $(1 - \lambda)(1 - p_i)$ avalia-se equivocadamente o emissor como grau de investimento.

Se por um lado há um incentivo para classificar incorretamente emissores especulativos como grau de investimento, gerando receita adicional $\theta(1 - \lambda)(1 - p_i)$, por outro, o custo de reputação reduzirá o *payoff* em $\rho(1 - p_i)$, desencorajando a prática.

O *payoff* esperado relativo à estratégia de análise básica será então:

$$\lambda\theta p_i + (1 - \lambda)(1 - p_i)\theta - \rho(1 - p_i); i \in \{H, L\} \quad (3-6)$$

Define-se então a matriz de *payoffs* das CRAs como:

$$\begin{matrix} & \begin{matrix} LT & HT \end{matrix} \\ \begin{matrix} SO \\ BA \end{matrix} & \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{pmatrix} \end{matrix} \quad (3-7)$$

Onde:

$$b_{11} = \lambda\theta - c_L$$

$$b_{12} = \lambda\theta - c_H$$

$$b_{21} = \lambda\theta p_L + (1 - \lambda)(1 - p_L)\theta - \rho(1 - p_L)$$

$$b_{22} = \lambda\theta p_H + (1 - \lambda)(1 - p_H)\theta - \rho(1 - p_H)$$

Assim, o jogo entre agências de *rating* e emissores no modelo pode ser representado pela seguinte matriz de *payoffs*:

$$\begin{array}{cc} & \begin{array}{cc} SO & BA \end{array} \\ \begin{array}{c} LT \\ HT \end{array} & \begin{pmatrix} a_{11}, b_{11} & a_{12}, b_{21} \\ a_{21}, b_{12} & a_{22}, b_{22} \end{pmatrix} \end{array} \quad (3-8)$$

4

Resultados e Análise

4.1

Emissores de Dívida

Para análise dos resultados referentes aos emissores, utiliza-se a matriz de *payoffs* (3-4) apresentada no capítulo anterior:

$$\begin{array}{cc} & \begin{array}{cc} SO & BA \end{array} \\ \begin{array}{c} LT \\ HT \end{array} & \left(\begin{array}{cc} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{array} \right) \end{array}$$

Onde:

$$a_{11} = \lambda \Pi_L$$

$$a_{21} = \lambda \Pi_H$$

$$a_{12} = [\lambda p_L + (1 - \lambda)(1 - p_L)] \Pi_L$$

$$a_{22} = [\lambda p_H + (1 - \lambda)(1 - p_H)] \Pi_H$$

Normalizando-se a matriz com $a_1 = a_{11} - a_{21}$ e $a_2 = a_{22} - a_{12}$:

$$\begin{array}{cc} & \begin{array}{cc} SO & BA \end{array} \\ \begin{array}{c} LT \\ HT \end{array} & \left(\begin{array}{cc} a_1 & 0 \\ 0 & a_2 \end{array} \right) \end{array} \quad (4-1)$$

Onde:

$$a_1 = \lambda(\Pi_L - \Pi_H) < 0 \quad (4-2)$$

$$a_2 = (2\lambda - 1)(p_H \Pi_H - p_L \Pi_L) + (1 - \lambda)(\Pi_H - \Pi_L) \quad (4-3)$$

O sinal de a_2 dependerá de:

$$a_2 \geq 0 \Leftrightarrow \lambda \geq \bar{\lambda}_I = \frac{(p_H \Pi_H - p_L \Pi_L) - \bar{\Pi}}{2(p_H \Pi_H - p_L \Pi_L) - \bar{\Pi}} \quad (4-4)$$

Onde:

$$\bar{\Pi} = \Pi_H - \Pi_L$$

$$\bar{\lambda}_I < 1/2.$$

Assim, das equações apresentadas acima, conclui-se que *HT* é a estratégia dominante para os emissores se $a_1 < 0 \wedge a_2 > 0$, caso contrário ambos *HT* e *LT* podem ser melhores respostas em relação à estratégia adotada pelas agências

($a_1 < 0 \wedge a_2 < 0$). Em termos de probabilidade da correta avaliação de risco p_L , dado que $\bar{\lambda}_I \in (0, 1/2)$, o caso $a_1 < 0 \wedge a_2 < 0$ requer uma probabilidade de acerto acima do seguinte limite inferior (considerando que $p_H = p_L + \delta$):

$$p_L > \bar{p}_L = 1 - \delta \frac{\Pi_H}{\bar{\Pi}} \quad (4-5)$$

Quando analisado por uma agência que utiliza um processo SO, o emissor sempre estará melhor adotando alta transparência (lembrar-se de (4-2) que a_1 é sempre negativo já que $\Pi_H > \Pi_L$), dada a proporção de emissores grau de investimento na população (λ), a nota de *rating* é concedida corretamente e o emissor pode acessar o mercado com o intuito de financiar seus projetos em carteira.

Porém, caso tenha um perfil especulativo, o emissor torna-se indiferente na escolha da prática corporativa de divulgação de suas informações, dado que, em princípio, o mesmo não conseguirá acessar o mercado de capitais. Cabe lembrar que o nível de transparência do emissor é uma decisão gerencial, não havendo custos adicionais pela adoção de práticas mais transparentes.

O sinal de a_2 dependerá das seguintes condições: quando um emissor encontra uma CRA do tipo BA, independentemente da política de transparência utilizada, o seu retorno esperado consistirá na ponderação de dois componentes: o primeiro baseia-se na probabilidade de ser grau de investimento enquanto o segundo termo depende da probabilidade de ser especulativo. Emissores considerados grau de investimento podem financiar seus projetos quando seu risco de crédito é avaliado corretamente. Já os especulativos dependem dos erros cometidos pelas agências.

Quando há uma grande proporção de emissores especulativos na população ($\lambda \rightarrow 0$), a melhoria no processo de avaliação de risco de crédito (elevação de p_L) incentiva a adoção de práticas menos transparentes de divulgação de informações, com o intuito de induzir as CRAs ao erro. Por outro lado, quando os emissores grau de investimento são maioria ($\lambda \rightarrow 1$), o aprimoramento do processo de análise incentiva o aumento da transparência.

Com $p_H = p_L + \delta$, é possível reescrever (4-3) como:

$$a_2 = (2\lambda - 1) [(p_L + \delta)\Pi_H - p_L\Pi_L] + (1 - \lambda)\bar{\Pi} \quad (4-6)$$

Da equação anterior, sabe-se que $\frac{\partial a_2}{\partial p_L} = (2\lambda - 1)\bar{\Pi}$. A derivada será negativa (positiva) quando λ é menor (maior) que 1/2. Ademais, o aumento do número de emissores grau de investimento impacta positivamente tal derivada:

$$\frac{\partial^2 a_2}{\partial p_L \partial \lambda} = \frac{\partial \left(\frac{\partial a_2}{\partial p_L} \right)}{\partial \lambda} = 2\bar{\Pi} > 0$$

Ou seja, o incentivo para adoção de uma política corporativa de transparência é crescente com o aumento do número de emissores grau de investimento.

Uma forma alternativa de analisar os resultados discutidos acima é considerar o comportamento dos emissores utilizando os seus *payoffs*. Quando todos emissores são grau de investimento então $\lambda > \bar{\lambda}_I \in (0, 1/2)$ e, de forma geral, é melhor adotar práticas corporativas transparentes. Pela ótica da precisão da análise das agências (ou seja, variações em p_L), é possível observar que $a_2(\lambda = 1, p_L \rightarrow 0) \rightarrow \delta\Pi_H$ e $a_2(\lambda = 1, p_L \rightarrow 1) \rightarrow \bar{\Pi} + \delta\Pi_H$. Ou seja, a decisão da política de transparência adotada dependerá da precisão da análise das agências. Ademais, dado que $\frac{\partial a_2}{\partial p_L}(\lambda = 1) > 0$, constata-se que a vantagem da transparência aumenta monotonicamente com o aprimoramento do processo da análise de risco de crédito.

Quando a análise básica é empregada supondo que todos os emissores são especulativos ($\lambda = 0$), os tipos *LT* e *HT* têm *payoffs* esperados de, respectivamente, $(1 - p_L)\Pi_L$ e $(1 - p_H)\Pi_H$. Usando (4-6), quando a precisão da análise é alta, $a_2(\lambda = 0, p_L \rightarrow 1) \rightarrow -\delta\Pi_H$ e a melhor resposta será adotar uma política de pouca transparência. Por outro lado, quando a precisão da análise é baixa, $a_2(\lambda = 0, p_L \rightarrow 0) \rightarrow \bar{\Pi} - \delta\Pi_H \geq 0$. Nesse caso, os tipos *LT* e *HT* têm *payoffs* esperados de, respectivamente, Π_L e $(1 - \delta)\Pi_H$. Assim, a decisão do nível de transparência a ser adotado dependerá do efeito negativo de δ , reduzindo o efeito positivo do aumento de Π_H .

Dado que $\frac{\partial a_2}{\partial p_L}(\lambda = 0) < 0$, a vantagem da estratégia pouco transparente aumenta monotonicamente com a elevação da precisão da avaliação das agências, ou seja, com o aumento da probabilidade de identificar corretamente o perfil de risco de crédito do emissor.

Generalizando a análise para um nível intermediário de λ , se (4-5) é satisfeito com $p_L > \bar{p}_L$, existirá um limite superior $\bar{\lambda}_I$ em relação à proporção λ em que os emissores estão em melhor situação adotando baixa transparência quando avaliados por agências que utilizam o processo básico de avaliação. Tal limite cresce com p_L :

$$\frac{\partial \bar{\lambda}_I}{\partial p_L} = \left(\frac{\bar{\Pi}}{2(p_L \bar{\Pi} + \delta\Pi_H) - \bar{\Pi}} \right)^2 > 0$$

4.2

Agências de Rating

Quanto à análise do comportamento da população de agências de *rating*, partindo-se da matriz de *payoffs* apresentada no Capítulo 3 (3-7):

$$\begin{array}{cc} & \begin{array}{cc} LT & HT \end{array} \\ \begin{array}{c} SO \\ BA \end{array} & \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{pmatrix} \end{array}$$

Onde:

$$b_{11} = \theta\lambda - c_L$$

$$b_{12} = \theta\lambda - c_H$$

$$b_{21} = \lambda\theta p_L + (1 - \lambda)(1 - p_L)\theta - \rho(1 - p_L)$$

$$b_{22} = \lambda\theta p_H + (1 - \lambda)(1 - p_H)\theta - \rho(1 - p_H)$$

Normalizando a matriz $b_1 = b_{11} - b_{21}$ e $b_2 = b_{22} - b_{12}$ chega-se a:

$$\begin{array}{cc} & \begin{array}{cc} LT & HT \end{array} \\ \begin{array}{c} SO \\ BA \end{array} & \begin{pmatrix} b_1 & 0 \\ 0 & b_2 \end{pmatrix} \end{array} \quad (4-7)$$

Onde:

$$b_1 = (1 - p_L) [\theta(2\lambda - 1) + \rho] - c_L \quad (4-8)$$

$$b_2 = (1 - p_H) [\theta(1 - 2\lambda) - \rho] + c_H \quad (4-9)$$

Os sinais de b_1 e b_2 variam de acordo com:

$$b_1 \geq 0 \Leftrightarrow \lambda \geq \bar{\lambda}_L^A = \frac{1}{2} - \frac{\rho}{2\theta} + \frac{c_L}{2\theta(1 - p_L)} \quad (4-10)$$

$$b_2 \geq 0 \Leftrightarrow \lambda \leq \bar{\lambda}_H^A = \frac{1}{2} - \frac{\rho}{2\theta} + \frac{c_H}{2\theta(1 - p_H)} \quad (4-11)$$

As condições $\bar{\lambda}_i^A \in (0, 1)$ são satisfeitas se:

$$(\rho - \theta)(1 - p_i) < c_i < (\rho + \theta)(1 - p_i); \quad i \in \{H, L\} \quad (4-12)$$

Onde:

$$\bar{\lambda}_L^A \geq \bar{\lambda}_H^A \Leftrightarrow (1 - p_L) \leq \frac{c_L}{c_H}(1 - p_H) \quad (4-13)$$

A escolha das CRAs entre a metodologia básica e sofisticada dependerá de qual gera o maior *payoff*, diante das condições de mercado.

Partindo da premissa que o custo de reputação ρ é relativamente baixo,

particularmente $\theta > \rho$, em um contexto de estabilidade e crescimento econômico, viabiliza-se o acesso dos emissores a diversas fontes de financiamento disponíveis no mercado. Caso a CRA cometa um erro de avaliação, superestimando ou subestimando a nota de *rating*, as condições da economia geram um baixo custo de reputação, uma vez que o cenário de alta liquidez facilita o cumprimento de obrigações financeiras, tornando difícil perceber eventuais equívocos cometidos pelas agências.

No caso extremo no qual todos os emissores são especulativos ($\lambda = 0$), o modelo mostra que existe incentivo para adoção de metodologia básica, independentemente do nível de transparência do emissor avaliado, uma vez que, nesse caso, as CRAs que utilizam metodologia sofisticada incorrem apenas com o custo de análise, mas não há geração de receitas. Por outro lado, as CRAs que adotam metodologia básica obtêm um lucro esperado dado por $(1 - p_i)(\theta - \rho)$ sempre que avaliam incorretamente um emissor especulativo. Assim, temos $b_1 < 0 \wedge b_2 > 0$.

De (4-8) a (4-12), com $\lambda = 1$, se o custo de análise for baixo o suficiente, então $c_i < (\theta + \rho)(1 - p_i)$ e tem-se que $b_1 > 0 \wedge b_2 < 0$, havendo, portanto, uma tendência para adoção de metodologia sofisticada, independentemente da estratégia do emissor. Em outras palavras, em um mercado com uma cultura de disseminação de boas práticas corporativas gera-se um ambiente de baixo custo de análise, até quando emissores menos transparentes são avaliados, $\exists \bar{\lambda}_L^A \therefore b_1 = 0$ e $\exists \bar{\lambda}_H^A \therefore b_2 = 0$ em que a agência de *rating* muda sua estratégia de acordo com a variação de λ , independentemente do nível de transparência do emissor analisado. A intuição vem dos *payoffs* das agências: quando λ aumenta, eleva-se a receita daquelas que adotam a estratégia sofisticada ($\theta\lambda$), superando os custos de análise (c_i) e aumentando o *payoff* esperado. Apesar do aumento da parcela $\lambda\theta p_i$ no *payoff* esperado da agência BA, esse termo é relativamente menor que a receita esperada da agência SO. Além disso, dado que em BA haverá ainda uma probabilidade de cometer equívocos de análise, deve-se considerar o termo referente ao custo de reputação $\rho(1 - p_i)$. Conclui-se que existirá um incentivo para adoção de SO com o crescimento de λ , quando os custos de análise são suficientemente baixos.

Caso o custo seja relativamente alto, incentiva-se a utilização de metodologia básica de análise. Seguindo o exemplo dado por Opp et al. (2013), pode-se assumir que a elevação do custo de análise das agências é reflexo do aumento da complexidade ou da dificuldade de acesso às informações dos emissores. É um cenário similar ao vigente antes da crise financeira de 2008, quando a complexidade dos títulos negociados e a facilidade para cumprimento

das obrigações financeiras geraram maiores custos para avaliar o perfil de risco de crédito dos emissores (aumentou-se a assimetria de informações entre agências e emissores). Observou-se então uma tendência de flexibilização dos parâmetros de análise das CRAs. Cabe destacar que tal resultado não está necessariamente relacionado a movimentos intencionais das agências de inflacionar ou deflacionar as notas dos emissores, mas a fatores exógenos que podem gerar equívocos não intencionais em suas análises.

Já o aumento do custo de reputação ρ , como observado após a eclosão da crise de 2008 quando as CRAs começaram a ser severamente criticadas pelas ineficiências de suas avaliações, encoraja a sofisticação, dado que:

$$\frac{\partial b_1}{\partial \rho} > 0 \wedge \frac{\partial b_2}{\partial \rho} < 0$$

Quanto ao efeito da precisão da metodologia de análise (p_i), quando $\lambda = 1$, o aumento da probabilidade p_i de avaliar corretamente o risco de crédito do emissor incentiva o emprego da análise básica independentemente do custo de reputação ρ , dado que :

$$\frac{\partial b_1}{\partial p_L}(\lambda = 1) = -(\theta + \rho) < 0 \wedge \frac{\partial b_2}{\partial p_H}(\lambda = 1) = \theta + \rho > 0$$

Assim, quando a maioria dos emissores é grau de investimento ($\lambda = 1$), o aumento da precisão da análise (p_i) incentiva a adoção de *BA*, uma vez que há uma elevação do *payoff* esperado com o aumento do termo $\lambda\theta p_L$ e à redução do peso do custo de reputação ($\rho(1 - p_L)$).

Já quando $\lambda = 0$, tem-se que:

$$\frac{\partial b_1}{\partial p_L}(\lambda = 0) = +\theta - \rho \wedge \frac{\partial b_2}{\partial p_H}(\lambda = 0) = -\theta + \rho$$

Ou seja, o incentivo para escolha das estratégias dependerá da comparação entre θ e ρ . Se, por exemplo, $\lambda = 0$ e $\rho > \theta$, $b_1 < 0 \wedge b_2 > 0$ e não há geração de receita para agências sofisticadas ($\theta\lambda \rightarrow 0$), existindo ainda o custo de análise c_i . Na estratégia *BA*, há uma expectativa de perda gerada pela reputação ($\theta(1 - p_i) - \rho(1 - p_i)$) que decresce com p_i , mantendo-se assim o incentivo para a adoção de uma metodologia de análise menos complexa.

O aumento da precisão da análise incentiva a adoção da metodologia básica, mesmo com a variação do número de emissores grau de investimento na economia. Lembrando que a análise mostrou que quando $\lambda = 1$, temos que $\frac{\partial b_2}{\partial p_H} = \theta + \rho > 0$ (encorajando a utilização da análise básica).

Conclui-se então que a elevação da precisão da análise induz a redução da sofisticação, já que essa será mais precisa independentemente de c_i .

4.3

Equilíbrio

Nessa seção, analisa-se a evolução das populações de CRAs e emissores ao longo do tempo, utilizando o replicador dinâmico para modelar o processo de seleção, sobrevivência e extinção das estratégias adotadas pelos agentes. A evolução da proporção x de emissores empregando a estratégia LT e a proporção y de CRAs empregando a metodologia de análise SO são dadas respectivamente por:

$$\dot{x} = x(1-x)[a_1y - a_2(1-y)] \quad (4-14)$$

$$\dot{y} = y(1-y)[b_1x - b_2(1-x)] \quad (4-15)$$

Calculando os pontos estacionários ($\dot{x} = 0 \wedge \dot{y} = 0$):

$$x(1-x)[a_1y - a_2(1-y)] = 0$$

$$y(1-y)[b_1x - b_2(1-x)] = 0$$

Resolvendo para x :

$$x = 0$$

$$1 - x = 0 \rightarrow x = 1$$

$$a_1y - a_2(1-y) = 0 \rightarrow y = \frac{a_2}{a_1+a_2}$$

Resolvendo para y :

$$y = 0$$

$$1 - y = 0 \rightarrow y = 1$$

$$b_1x - b_2(1-x) = 0 \rightarrow x = \frac{b_2}{b_1+b_2}$$

Assim, como já estabelecido na literatura sobre jogos evolucionários, um sistema não linear composto por (4-14) e (4-15) tem no mínimo quatro pontos estacionários de cantos: $(0, 0)$, $(0, 1)$, $(1, 0)$ e $(1, 1)$ localizados no vértice do quadrado unitário: $(x, y) \in \{[0, 1] \times [0, 1] \in \mathfrak{R}^2 \therefore \dot{x} = 0 \wedge \dot{y} = 0\}$ e um possível quinto ponto interior com coordenadas $(\bar{x}, \bar{y}) = \left\{ \frac{b_2}{b_1+b_2}; \frac{a_2}{a_1+a_2} \right\}$.

A estabilidade dos pontos pode ser analisada pela matriz jacobiana Ω do sistema linearizado avaliada na vizinhança do ponto (x, y) :

$$\Omega(x, y) = \begin{bmatrix} \frac{\partial \dot{x}}{\partial x} & \frac{\partial \dot{x}}{\partial y} \\ \frac{\partial \dot{y}}{\partial x} & \frac{\partial \dot{y}}{\partial y} \end{bmatrix} \quad (4-16)$$

Onde:

$$\frac{\partial \dot{x}}{\partial x} = (1 - 2x) [a_1 y - a_2 (1 - y)] \quad (4-17)$$

$$\frac{\partial \dot{x}}{\partial y} = x(1 - x)(a_1 + a_2) \quad (4-18)$$

$$\frac{\partial \dot{y}}{\partial x} = y(1 - y)(b_1 + b_2) \quad (4-19)$$

$$\frac{\partial \dot{y}}{\partial y} = (1 - 2y) [b_1 x - b_2 (1 - x)] \quad (4-20)$$

Avaliando $\frac{\partial \dot{x}}{\partial y}$ e $\frac{\partial \dot{y}}{\partial x}$ nos pontos de canto:

$$\begin{array}{cccc} \frac{\partial \dot{x}}{\partial y}(0, 0) = 0 & \frac{\partial \dot{x}}{\partial y}(1, 1) = 0 & \frac{\partial \dot{x}}{\partial y}(0, 1) = 0 & \frac{\partial \dot{x}}{\partial y}(1, 0) = 0 \\ \frac{\partial \dot{y}}{\partial x}(0, 0) = 0 & \frac{\partial \dot{y}}{\partial x}(1, 1) = 0 & \frac{\partial \dot{y}}{\partial x}(0, 1) = 0 & \frac{\partial \dot{y}}{\partial x}(1, 0) = 0 \end{array}$$

Ou seja, nesses pontos, $\frac{\partial \dot{x}}{\partial y}$ e $\frac{\partial \dot{y}}{\partial x}$ são iguais a zero e a solução da equação característica gera os autovalores $\lambda_1 = \frac{\partial \dot{x}}{\partial x}$ e $\lambda_2 = \frac{\partial \dot{y}}{\partial y}$.

Para determinar o equilíbrio evolucionário, é requerido que o ponto seja assintoticamente estável e assim os autovalores da matriz jacobina devem ter parte real negativa.

Analisando a estabilidade para os pontos em cada canto:

$$\begin{array}{ll} \frac{\partial \dot{x}}{\partial x}(0, 0) = -a_2; & \frac{\partial \dot{y}}{\partial y}(0, 0) = -b_2 \\ \frac{\partial \dot{x}}{\partial x}(1, 1) = -a_1; & \frac{\partial \dot{y}}{\partial y}(1, 1) = -b_1 \\ \frac{\partial \dot{x}}{\partial x}(0, 1) = a_1; & \frac{\partial \dot{y}}{\partial y}(0, 1) = b_2 \\ \frac{\partial \dot{x}}{\partial x}(1, 0) = a_2; & \frac{\partial \dot{y}}{\partial y}(1, 0) = b_1 \end{array}$$

Conclui-se então que:

- $(0, 0)$ será um equilíbrio evolucionário quando $a_2 > 0 \wedge b_2 > 0$;
- $(1, 1)$ nunca será um equilíbrio evolucionário já que pelas premissas do modelo a_1 é sempre negativo;
- $(0, 1)$ será um equilíbrio evolucionário quando $a_1 < 0$ e $b_2 < 0$;
- $(1, 0)$ será um equilíbrio evolucionário quando $a_2 < 0$ e $b_1 < 0$.

Dado $a_1 < 0$, para caracterizar a existência de um ponto interior estacionário $(\bar{x}, \bar{y}) = \left\{ \frac{b_2}{b_1+b_2}; \frac{a_2}{a_1+a_2} \right\}$, $(\bar{x}, \bar{y}) \in [0, 1]^2$, é necessário que $a_2 < 0$ e que $b_1 < 0 \wedge b_2 < 0$ ou $b_1 > 0 \wedge b_2 > 0$.

Nesse ponto:

$$\begin{aligned} tr(\Omega) &= \frac{\partial \dot{x}}{\partial x} + \frac{\partial \dot{y}}{\partial y} = (1 - 2x)[a_1y - a_2(1 - y)] + (1 - y)[b_1x - b_2(1 - x)] = 0 \\ det(\Omega) &= -\frac{\partial \dot{x}}{\partial y} \cdot \frac{\partial \dot{y}}{\partial x} = -\bar{x}\bar{y}(1 - \bar{x})(1 - \bar{y})(a_1 + a_2)(b_1 + b_2) \end{aligned}$$

Assim, os autovalores serão:

$$\lambda_{1,2} = \pm \sqrt{\bar{x}\bar{y}(1 - \bar{x})(1 - \bar{y})(a_1 + a_2)(b_1 + b_2)}.$$

Quando $b_i < 0$, obtêm-se autovalores reais com sinais opostos e o ponto estacionário interior é um ponto de sela. Quando $b_i > 0$, os autovalores são puramente imaginários e o sistema é não hiperbólico: a análise da estabilidade requer então a utilização da função de Lyapunov. Como explicado no Capítulo 2, a técnica permite analisar a estabilidade de um ponto crítico pela construção de uma função auxiliar apropriada. Os cálculos do método de Lyapunov são apresentados no Anexo 1 e mostram que (\bar{x}, \bar{y}) é um ponto neutralmente estável.

Assim, foram identificados três possíveis pontos assintoticamente estáveis (equilíbrios evolucionários) e um possível ponto neutramente estável (resultado da análise da função de Lyapunov).

Para investigar a direção do ciclo do ponto neutramente estável (horário ou anti-horário), considera-se novamente o sistema (4-14) e (4-15):

$$\begin{aligned} \dot{x} &= x(1 - x) [a_1y - a_2(1 - y)], \text{ em } \bar{y}, \dot{x} = 0 \\ \dot{y} &= y(1 - y) [b_1x - b_2(1 - x)], \text{ em } \bar{x}, \dot{y} = 0 \end{aligned}$$

Uma vez que x e $(1 - x)$ são positivos, a direção x é determinada por:

$$\dot{x} \geq 0 \Leftrightarrow [a_1y - a_2(1 - y)] \geq 0$$

Como $a_1 < 0 \wedge a_2 < 0$:

$$y \leq \frac{a_2}{a_1+a_2} \longrightarrow y \leq \bar{y}, \dot{x} \geq 0$$

Por outro lado, como y e $(1 - y)$ são positivos, determina-se a direção do movimento em y por:

$$\dot{y} \geq 0 \Leftrightarrow [b_1x - b_2(1 - x)] \geq 0$$

No caso do ciclo $b_1 > 0 \wedge b_2 > 0$, então:

$$x \geq \frac{b_2}{b_1+b_2} \longrightarrow x \geq \bar{x}, \dot{y} \geq 0$$

Dessa forma:

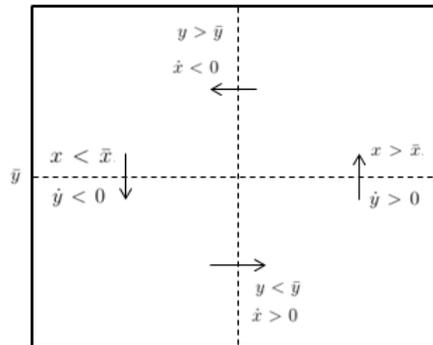


Figura 4.1: Direção do ciclo.

A Tabela 4.1 a seguir sumariza todos os oito casos possíveis do modelo analisado, os equilíbrios, bem como a topologia do diagrama de fases, incluindo informações se o ponto estacionário interior está presente ou não dentro do quadrado unitário e sua estabilidade. Sempre que há múltiplos equilíbrios estacionários, existirá mais de uma bacia de atração e o sistema evolui de acordo com as condições iniciais das populações de CRAs e de emissores.

Valores dos parâmetros	Ponto Estacionário (\bar{x}, \bar{y})	Equilíbrio Evolucionário	Perfil de Estratégia
$a_1 < 0; a_2 < 0; b_1 < 0; b_2 < 0$	(\bar{x}, \bar{y}) é ponto de sela	$(0, 1) \vee (1, 0)$	$(HT, SO) \vee (LT, BA)$
$a_1 < 0; a_2 < 0; b_1 < 0; b_2 > 0$	$(\bar{x}, \bar{y}) \notin [0, 1] \times [0, 1]$	$(1, 0)$	(LT, BA)
$a_1 < 0; a_2 < 0; b_1 > 0; b_2 < 0$	$(\bar{x}, \bar{y}) \notin [0, 1] \times [0, 1]$	$(0, 1)$	(HT, SO)
$a_1 < 0; a_2 < 0; b_1 > 0; b_2 > 0$	(\bar{x}, \bar{y}) é neutramente estável	Evolução em uma órbita fechada	não se aplica
$a_1 < 0; a_2 > 0; b_1 < 0; b_2 < 0$	$(\bar{x}, \bar{y}) \notin [0, 1] \times [0, 1]$	$(0, 1)$	(HT, SO)
$a_1 < 0; a_2 > 0; b_1 < 0; b_2 > 0$	$(\bar{x}, \bar{y}) \notin [0, 1] \times [0, 1]$	$(0, 0)$	(HT, BA)
$a_1 < 0; a_2 > 0; b_1 > 0; b_2 < 0$	$(\bar{x}, \bar{y}) \notin [0, 1] \times [0, 1]$	$(0, 1)$	(HT, SO)
$a_1 < 0; a_2 > 0; b_1 > 0; b_2 > 0$	$(\bar{x}, \bar{y}) \notin [0, 1] \times [0, 1]$	$(0, 0)$	(HT, BA)

Tabela 4.1: Possíveis equilíbrios evolucionários e topologia do diagrama de fases.

O sumário dos resultados mostra que, dependendo dos valores resultantes para a_i e b_i , os possíveis equilíbrios podem ser atingidos quando as estratégias dominantes são HT ou LT para os emissores e BA ou SO para as agências de *rating*. Destaca-se que (1,1), correspondente ao perfil de estratégia (LT, SO), não caracteriza um possível equilíbrio para o jogo, uma vez que pelas premissas adotadas no modelo a_1 será sempre negativo. Em termos analíticos, diante da sofisticação da análise e da impossibilidade de erros por parte das agências, não haverá incentivo para pouca transparência, uma vez que esta estratégia está associada necessariamente a projetos com retornos mais baixos.

Semelhante ao encontrado no modelo analisado por Hirth (2014), existe a possibilidade de que a dinâmica das interações siga um ciclo, na qual os princípios relativos ao equilíbrio evolucionário não são aplicáveis. Ademais, dependendo dos parâmetros, existirá um ponto fixo interior (ponto de sela) separando o diagrama de fases em regiões com duas bacias de atração: o equilíbrio ((LT, BA) ou (HT, SO)) e o resultado final dependerá das condições iniciais da economia.

4.4

Simulações

Com o intuito de ilustrar e complementar a análise da dinâmica do jogo envolvendo CRAs e emissores, foram realizadas simulações com as variáveis do modelo, utilizando o *software* Maple 17.

A análise apresentada na Figura 4.2, a seguir, mostra a dinâmica do modelo e seus possíveis equilíbrios frente ao aumento de λ considerando-se

os seguintes valores para os parâmetros: $\Pi_L = 5$; $\Pi_H = 5.5$; $p_L = 0.25$; $p_H = 0.75$; $\rho = 2.75$; $\theta = 5$; $c_L = 1.5$ e $c_H = 0.6$:

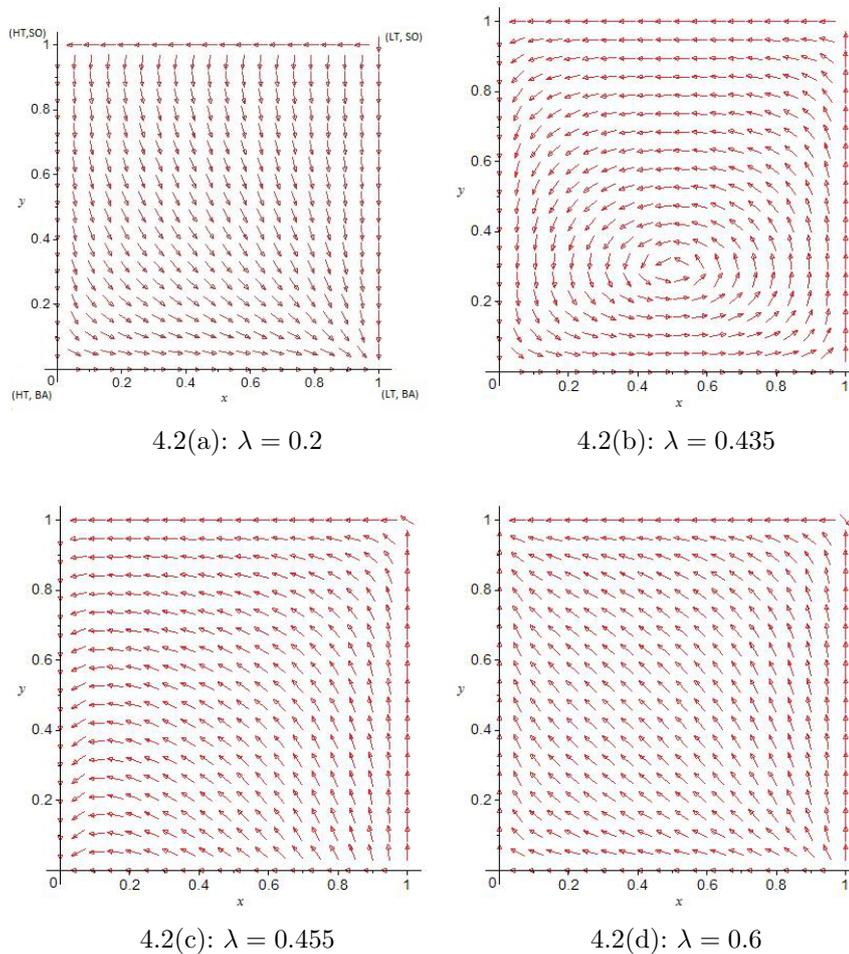


Figura 4.2: Dinâmica do modelo quando $\Pi_L = 5$; $\Pi_H = 5.5$; $p_L = 0.25$; $p_H = 0.75$; $\rho = 2.75$; $\theta = 5$; $c_L = 1.5$; $c_H = 0.6$.

Quando λ é relativamente baixo ($\lambda = 0.2$), tem-se que $a_1 < 0$, $a_2 < 0$, $b_1 < 0$ e $b_2 > 0$, caracterizando um equilíbrio no qual os emissores adotam uma estratégia LT com o intuito de induzir as CRAs a erros de análise. Pelo lado da agência, a melhor resposta é empregar uma estratégia básica, uma vez que $c_i > 0 > (\rho - \theta)(1 - p_i)$. Tal cenário é uma aproximação do que foi observado no período pré-crise financeira de 2008 no qual a complexidade dos títulos negociados no mercado acirrou a assimetria de informação entre emissores e agências, aumentando o custo de análise das últimas. Essa situação é descrita por Bolton et al. (2012) e Hirth (2014) como um período de *boom* econômico, no qual as CRAs tendem a flexibilizar a metodologia de análise frente a menor probabilidade da identificação de uma avaliação equivocada ou a existência de uma visão mais otimista dos produtos financeiros de baixa

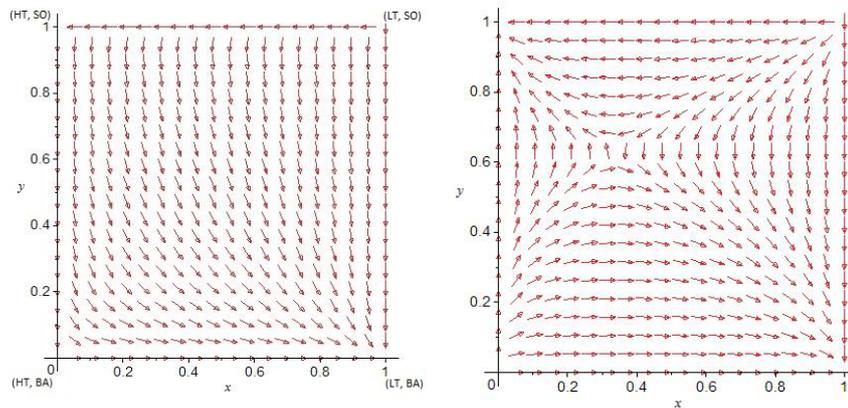
qualidade.

Assumindo $\lambda = 0.435$, os valores resultantes são $a_1 < 0, a_2 < 0, b_1 > 0$ e $b_2 > 0$. Nesse caso, não haverá equilíbrio de Nash em estratégias puras e os princípios relativos ao equilíbrio evolucionário não se aplicam. A dinâmica é um ciclo em sentido anti-horário orbitando em torno de um ponto neutralmente estável, na qual as populações vão ajustando as suas escolhas (BA/SO ou LT/HT) de acordo com a dinâmica do ciclo. Analiticamente, partindo do quadrante inferior direito (ponto (0.8;0.2), por exemplo), em um cenário semelhante ao descrito anteriormente, a melhor resposta à estratégia LT, majoritariamente adotada pelo emissores, é empregar uma metodologia de análise básica. Seguindo o ciclo, passando para quadrante superior, nota-se que as agências tendem a sofisticar a sua metodologia de análise. Esse comportamento pode estar associado ao aumento do custo de reputação diante da eclosão de uma crise induzida pela insustentabilidade do ambiente econômico anterior. Avançando para o quadrante superior esquerdo, o aumento do grau de sofisticação das CRAs incentiva a política de transparência dos emissores, já que, frente à sofisticação, os emissores não serão mais capazes de induzir em erros de avaliação. Nesse contexto, a melhor alternativa para os emissores é aumentar a transparência já que gera retornos mais altos para seus projetos. A melhoria do ambiente macroeconômico e a proliferação de uma cultura de boas práticas corporativas reduzem os custos de análise das agências, incentivando a expansão da adoção de uma estratégia sofisticada. Finalmente, no quadrante inferior esquerdo, pode-se considerar um contexto de crescimento, redução da aversão ao risco e as baixas taxas de *default* dos emissores, com reduzidos impactos em termos de reputação e as CRAs completam o dinâmica do ciclo flexibilizando novamente a metodologia de análise com o intuito de evitar os custos de avaliação c_i .

Com $\lambda = 0.455$ (Figura 4.2c), as interações entre os agentes convergem para um equilíbrio evolucionário (0,0) no qual $a_1 < 0, a_2 > 0, b_1 > 0$ e $b_2 > 0$. Nesse caso, enquanto para os emissores a estratégia HT é dominante, a melhor resposta para a CRA é realizar uma análise básica. Pode-se considerar que o aumento do número de emissores grau de investimento impulsiona a adoção de uma política de transparência, fortalecendo a cultura de boas práticas corporativas no mercado. Como $b_2 > 0$, é possível concluir que λ e ρ não são suficientemente altos para superar os impactos positivos dos termos $(1 - p_H)\theta$ e c_H sobre a decisão das agências. Assume-se, por exemplo, que apesar do aumento relativo de λ na economia, tal patamar ainda não é capaz de reduzir os custos de análise, induzindo a utilização de uma estratégia básica de avaliação.

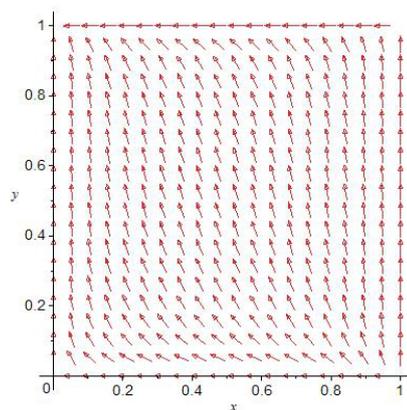
Finalmente com $\lambda = 0.6$, o equilíbrio evolucionário é $(0,1)$. Nesse caso, os emissores adotam uma política de transparência e a melhor resposta é a análise sofisticada. O aumento do número de emissores grau de investimento cria um ambiente propício ao crescimento econômico, atraindo investidores e encorajando a constante melhoria da governança dos emissores. A redução do custo de análise das CRAs (frente ao aumento do número de emissores grau de investimento e da transparência) incentiva a sofisticação. Assim, com a elevação de λ , a estratégia sofisticada passa a performar melhor quando comparada à básica ($b_1 > 0 \wedge b_2 < 0$).

Reduzindo a acuracidade da metodologia de análise para $p_L = 0.1$ e $p_H = 0.55$, a evolução do modelo diante da variação de λ passará pelo equilíbrio caracterizado pela existência de um ponto interior separando duas regiões e duas bacias de atração:



4.3(a): $\lambda = 0.2$

4.3(b): $\lambda = 0.375$



4.3(c): $\lambda = 0.6$

Figura 4.3: Dinâmica do modelo quando $\Pi_L = 5; \Pi_H = 5.5; p_L = 0.1; p_H = 0.55; \rho = 2.75; \theta = 5; c_L = 1.5; c_H = 0.6$.

De acordo com o ilustrado na Figura 4.3, observa-se que quando λ é

relativamente pequeno ($\lambda = 0.2$), o comportamento dos agentes segue o mesmo padrão apresentado na simulação anterior. O mesmo acontece quando $\lambda \rightarrow 1$ (no caso $\lambda = 0.6$), cujo equilíbrio é caracterizado pelo domínio das estratégias SO e HT. Porém, com $\lambda = 0.375$ existirá um ponto fixo interior e duas bacias de atração ($a_1 < 0, a_2 < 0, b_1 < 0$ e $b_2 < 0$). O ponto de sela apresentado na Figura 4.3b separa o plano em duas regiões: o equilíbrio $((0, 1) \vee (1, 0))$ dependerá das condições iniciais e poderá ser caracterizado por LT/BA ou HT/SO. Nesse caso, considerando uma situação na qual a economia esteja localizada na bacia de atração LT/BA, porém próxima à fronteira entre as bacias de atração, políticas públicas poderão ser aplicadas com o intuito de incentivar o mercado a conduzir a economia para a bacia que converge para o equilíbrio desejado: HT/SO.

Já na Figura 4.4, a seguir, apresenta-se o resultado da simulação quando o custo de reputação ρ é relativamente mais alto em relação ao patamar de remuneração das agências (θ), ou seja, $\rho > \theta$:

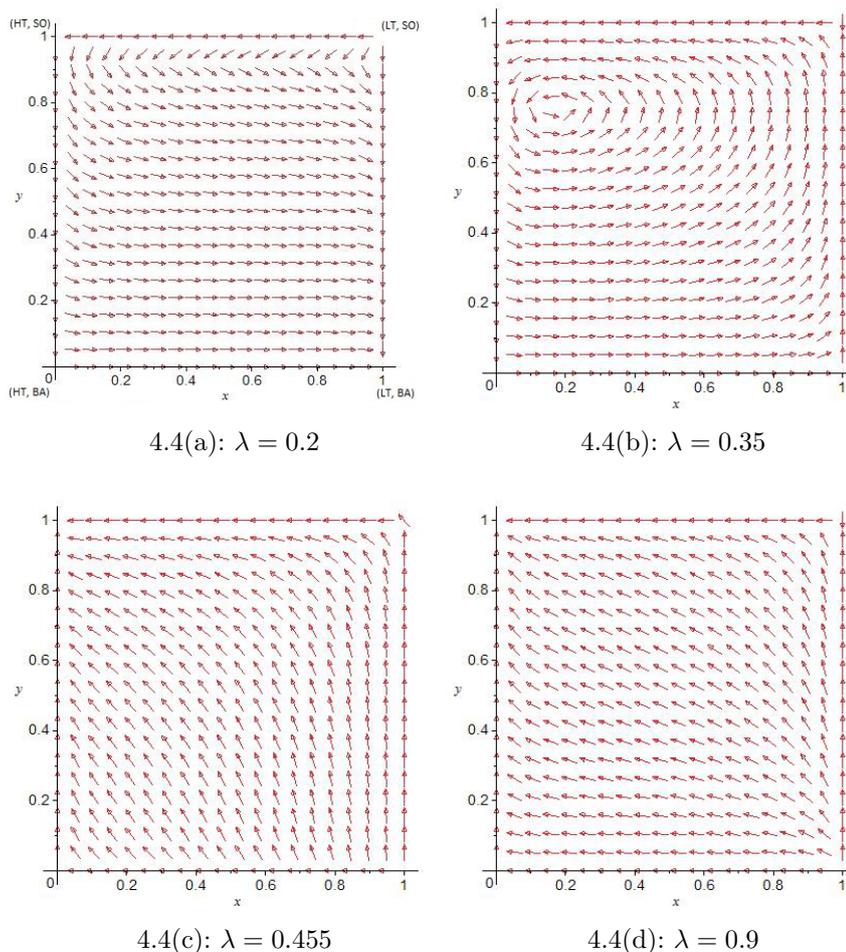


Figura 4.4: Dinâmica do modelo quando $\Pi_L = 5; \Pi_H = 5.5; p_L = 0.25; p_H = 0.75; \rho = 2.55; \theta = 1; c_L = 1.5; c_H = 0.6$.

As simulações mostram que, seguindo a análise realizada na seção 4.2, o aumento do custo de reputação incentiva a sofisticação da avaliação. Comparando os resultados apresentados na Figura 4.2c e 4.4c, fixando $\lambda = 0.455$, nota-se que quando $\theta > \rho$ (Figura 4.2), o equilíbrio é atingido com a adoção da estratégia básica. Já quando $\rho > \theta$ (Figura 4.4), mantendo-se as demais variáveis constantes, há convergência para o equilíbrio caracterizado pelo domínio da estratégia sofisticada. Assim, as simulações evidenciam que o aumento do custo de reputação incentiva a sofisticação da metodologia de análise, *ceteris paribus*, uma vez que o *payoff* da estratégia BA é impactado negativamente pelo aumento do termo $\rho(1 - p_L)$.

Finalmente, frente à mudança no custo de análise observa-se que com $c_L = 0.8$, $c_H = 0.6$ e $\theta > \rho$, a simulação resultante é:

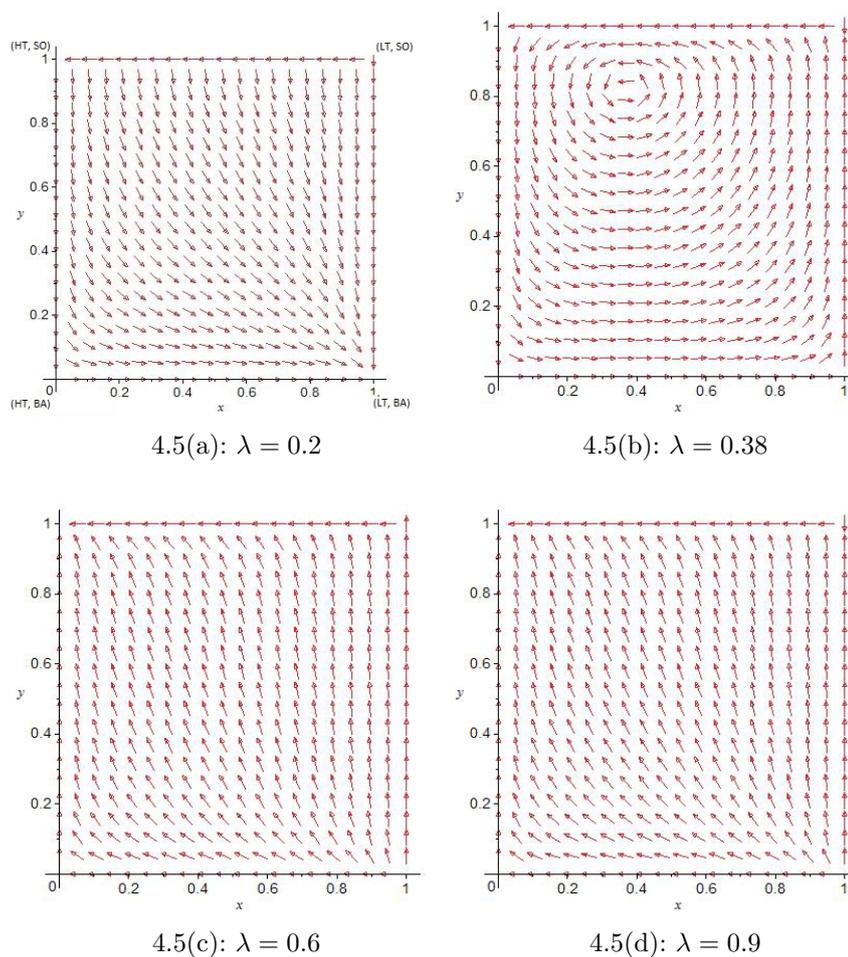


Figura 4.5: Dinâmica do modelo quando $\Pi_L = 4.75$; $\Pi_H = 5$; $p_L = 0.25$; $p_H = 0.75$; $\rho = 2.75$; $\theta = 5$; $c_L = 0.8$; $c_H = 0.6$.

Aumentando o custo de análise para $c_L = 3$ e $c_H = 2.25$, os resultados encontrados foram:

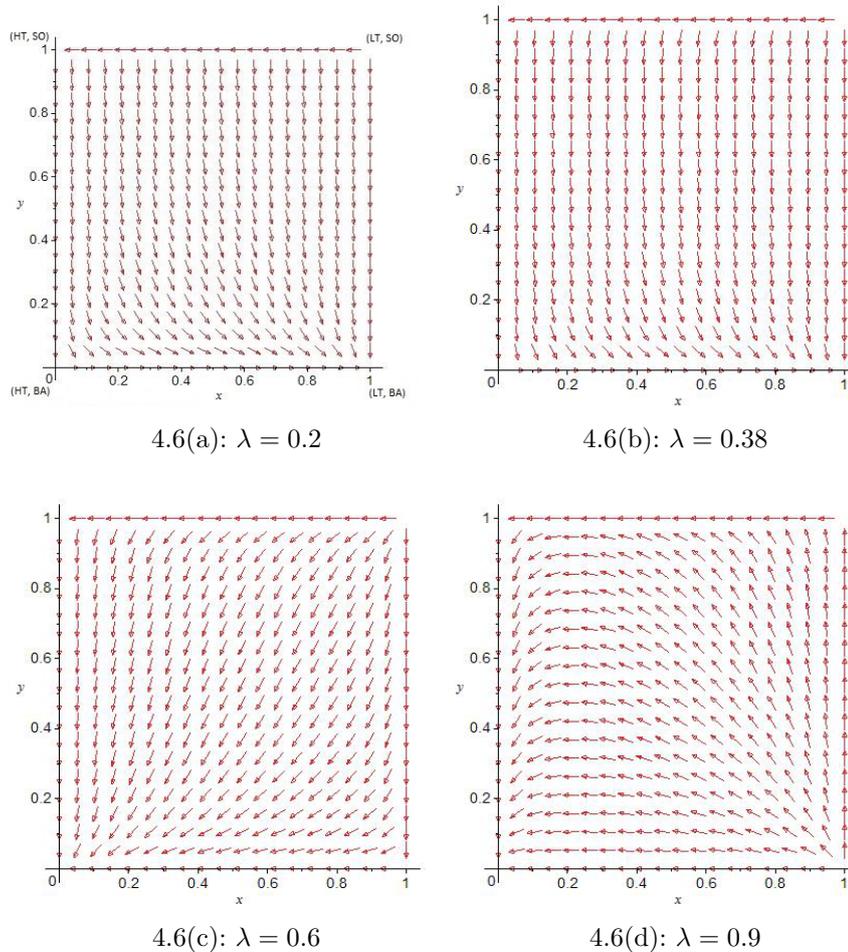


Figura 4.6: Dinâmica do modelo quando $\Pi_L = 4.75; \Pi_H = 5; p_L = 0.25; p_H = 0.75; \rho = 2.75; \theta = 5; c_L = 3; c_H = 2.25$.

Como previamente explicado, a elevação do custo de análise reduz o *payoff* relativo a *SO*, dado o aumento do impacto negativo do termo c_i . Assim, o incremento de custos dessa natureza incentivar a adoção da estratégia *BA*, independentemente de λ . Comparando os resultados apresentados nas Figuras 4.5 e 4.6, pode-se constatar que, na simulação que considera o maior custo de análise (Figura 4.6), mesmo quando $\lambda = 0.9$, converge-se para $(0, 0)$ no qual o perfil de estratégia é caracterizado pelos emissores adotando uma política de transparência e a estratégia dominante na população de agências é a análise básica, associada à existência de um elevado patamar de c_i .

Em termos empíricos, os resultados da dinâmica do modelo frente à variação de λ aproxima-se da evolução da economia colombiana na última década.

Em 2011, Moody's, S&P e Fitch classificaram a economia colombiana como grau de investimento, qualificando o país como um ambiente seguro para

a realização de investimento e facilitando o acesso das empresas colombianas ao mercado de crédito internacional. Esse movimento foi associado às melhorias relacionadas a disciplina fiscal, resistência a choques domésticos e externos, melhorias nas métricas avaliadas pelas agências, previsibilidade das finanças públicas, controle das guerrilhas contra as FARC, além do histórico de fatores que geraram um ambiente macroeconômico estável e atrativo aos investimentos.

Assim, frente à existência de um cenário propício ao aumento do número de empresas grau de investimento, criou-se um ciclo virtuoso na economia colombiana, incentivando a melhoria do ambiente corporativo e facilitando a atuação das agências de *rating* na realização da análise do perfil de crédito de clientes no país.

Dessa forma, a Colômbia pode ser considerada um exemplo empírico da evolução do modelo analisado nesta dissertação, uma vez que construção de um ambiente macroeconômico propício atraiu emissores grau de investimento (elevação de λ), incentivando o aumento da transparência e reduzindo os riscos de investir no país.

5

Conclusão

Diante das diversas crises financeiras e corporativas que ocorreram nas últimas décadas, as agências de avaliação de risco de crédito vêm sendo acusadas de superestimar as notas de *rating* de diversos emissores, gerando riscos sistêmicos no mercado financeiro com impactos significativos sobre a economia.

As críticas sobre a forma de atuação das agências de *rating* englobam, dentre outros, o conflito de interesse relacionado ao atual modelo de pagamento (*issuer pays model*), a falta de transparência das metodologias de avaliação e as falhas na regulação desses agentes.

Uma vez que, de forma geral, o acesso ao mercado de capitais está condicionado a nota de *rating*, os emissores contratam as agências para avaliar o seu risco de crédito e divulgar a nota correspondente ao mercado. Notas mais altas dentro da escala de *rating* estão associadas a menores taxas de juros exigidas pelos investidores. Assim, dependendo do perfil de crédito do emissor, existe um incentivo para que o mesmo transmita informações fidedignas às agências com o intuito de obter uma boa avaliação e melhorar as condições de acesso a fontes de financiamento disponíveis. Quanto às CRAs, a atual estrutura de contratação atrela as receitas das agências aos pagamentos realizados pelos emissores avaliados.

A eclosão da crise em 2008 e os massivos rebaixamentos de títulos e ativos classificados originalmente como *prime* reacenderam o debate sobre os impactos de avaliações equivocadas das agências de *rating* e a necessidade de maior regulação dessas atividades. De forma geral, o conflito de interesse, as baixas probabilidades de *default*, a falta de dados históricos e a utilização de modelos de análise inadequados foram apontados como fatores que incentivaram as publicações de notas de *rating* inflacionadas.

Contudo, foi observado que essa crise está associada, em especial, ao aumento da complexidade dos instrumentos financeiros negociados às vésperas de sua eclosão. A complexidade nas transações no mercado financeiro, no qual sempre os agentes ofertantes conheciam detalhadamente as estruturas em negociação, ampliou a assimetria de informação entre emissores e agência de *rating*. Assim, é possível afirmar que a dificuldade em acessar informações suficientes pode ser um fator importante para explicar os erros não intencionais nas avaliações cometidas pelas agências.

Nesta dissertação, assumiu-se a premissa que erros na avaliação das agências podem estar relacionados à estratégia do emissor em dificultar o acesso a suas informações. Assim, existe a possibilidade de inflacionamento não intencional das notas de *rating* frente ao acirramento da assimetria de informação entre avaliador e avaliado.

Utilizando o instrumental da teoria dos jogos evolucionários, o modelo analisou as interações entre agências de análise de crédito (ou agências de *rating*) e emissores de dívida. Diversos fatores influenciam o comportamento dos agentes: número de emissores grau de investimento na economia, retorno dos projetos, remuneração das CRAs, custo de reputação, acuracidade e custo de análise e processamento das informações.

Em um ambiente caracterizado pela existência de assimetria de informação, a agência pode optar pela adoção de uma análise básica, cujo *payoff* é impactado pelo custo de reputação associado a erros cometidos em avaliações, ou sofisticada, na qual incorre-se em custos com o intuito de mitigar os riscos de equívocos nas análises realizadas. Já os emissores podem optar por estratégias transparente ou pouco transparente de divulgação de informações, sendo a última responsável pelo acirramento dos problemas relacionados à assimetria de informação.

O equilíbrio do modelo dependerá das condições de mercado e ocorrerá quando a análise básica ou sofisticada dominam a população de agências e a estratégia pouco transparente ou transparente dominam a população de emissores. Porém, não haverá equilíbrio no caso em que as agências de *rating* adotam uma análise sofisticada e os emissores respondem com uma política de pouca transparência. De acordo com as premissas adotadas, quando as agências sofisticam suas análises, elas são sempre capazes de identificar corretamente o perfil de crédito do emissor. Como a pouca transparência está associada ao menor retorno dos projetos (maior custo de capital), no cenário de sofisticação, não haverá incentivos para pouca transparência, uma vez que os emissores não serão capazes de induzir as agências aos erros ao mesmo tempo que arcam com menores retornos em seus projetos.

Os resultados mostraram ainda que quando o número de emissores grau de investimento é pequeno, o equilíbrio do jogo ocorrerá quando a estratégia dominante para as CRAs é efetuar uma análise básica, enquanto os emissores optam por uma política de pouca transparência. A elevação do número de emissores grau de investimento incentiva o aumento da transparência na divulgação de informações e a sofisticação da metodologia de análise.

Semelhante ao encontrado por Hirth (2014), dependendo dos valores dos

parâmetros, a dinâmica das interações pode seguir um ciclo, no qual o conceito do equilíbrio evolucionário não é aplicável. Já no caso em que há dois equilíbrios de Nash em estratégias puras, o diagrama de fases tem mais de uma bacia de atração e o equilíbrio final dependerá das condições iniciais da economia.

Em termos empíricos, a dinâmica do modelo estudado aproxima-se da evolução da economia colombiana na última década. Os esforços implementados pelo governo com o objetivo de melhorar os indicadores econômicos e o aumento da rigidez no controle sobre as guerrilhas geraram um ambiente atrativo aos investimentos, melhorando a cultura corporativa do país e facilitando o acesso de empresas colombianas ao mercado de capital internacional.

Para pesquisas futuras, sugerimos, dentre diversas possibilidades, a utilização de instrumentos de análise mais avançados com o intuito de avaliar dinamicamente as interações estratégicas entre agências de avaliação de risco e emissores. É possível analisar também as interações de apenas uma população, avaliando, por exemplo, como o comportamento de uma agência (ou do emissor) influencia as estratégias adotadas pelas demais.

Sugere-se ainda o estudo de uma metodologia apropriada para estimar os parâmetros utilizados no modelo estudado, considerando, por exemplo, faixas de variações nos parâmetros. O intuito é calibrar o modelo com dados reais, testando o seu comportamento efetivo em termos empíricos.

Finalmente, analisando o modelo sob a ótica da teoria das opções reais, a sugestão é estimar a opção de espera quando considerada a decisão de rebaixamento da nota de *rating* de um determinado título ou emissor, diante dos impactos gerados por essa decisão. Uma vez que o rebaixamento é uma decisão que gera redução da confiança do investidor e é capaz de afetar diversos mercados, a agência de *rating* poderá optar por aguardar o melhor momento para tomar sua decisão, esperando uma eventual melhoria no perfil de risco do agente avaliado.

Referências Bibliográficas

AKDEMIR, A.; KARSLI, D. An assessment of strategic importance of credit rating agencies for companies and organizations. 8th International Strategic Management Conference. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 58, p. 1628-1639, 2012.

ANASTASOPOULOS, N.; ANASTASOPOULOS, M. P. The evolutionary dynamics of audit. **European Journal of Operational Research**, v. 216, n. 2, p. 468-476, 2012.

ANDERSEN, L.B.; HAGER, D.; MABERG, S.; NAESS, M.B.; TUNGLAND, M. The financial crisis in an operational risk management context: A review of causes and influencing factors. **Reliability Engineering System Safety**, v. 105, p. 3-12, 2012.

BAR-ISAAC, H.; SHAPIRO, J. Credit ratings accuracy and analyst incentives, **American Economic Review**, v. 101, n. 3, p. 120-124, 2011.

BARREIRA DA SILVA ROCHA, A. Evolutionary dynamics of nationalism and migration. **Physica A**, v. 392, n. 15, p. 3183-3197, 2013.

BECKER, B.; MILBOURN, T. How did increased competition affect credit ratings? **Journal of Financial Economics**, v. 101, n. 3, p.493-514, 2011.

BITTENCOURT, A. C. M. **Efeitos de mudança de *ratings* de países da América Latina no mercado acionário brasileiro**. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós- Graduação em Administração da PUC-Rio. Rio de Janeiro, 2008.

BIZZOTTO, J. **Quality, information and certification**. UMI Dissertation Publishing. Boston University, 2014.

BLUNDELL-WIGNALL, A.; ATKINSON, P. The subprime crisis: causal distortions and regulatory reform, **Lesson from the financial turmoil of 2007 and 2008**, Reserve Bank of Australia Conference, Reserve Bank of Australia, 2008.

BOLTON, P.; FREIXAS, X.; SHAPIRO, J. The credit rating games. **The Journal of Finance**, v. 67, n. 1, p. 85-111, February, 2012.

BONE, R.B. Ratings soberanos e corporativos: mecanismos, fundamentos e análise crítica. **Perspectiva Econômica**, v. 2, n. 1, p. 46-67, jan-jun, 2006.

BOYCE, W.; DIPRIMA, R. **Equações diferenciais elementares e problemas de valores de contorno**. LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. Quinta Edição, 1994.

BRUEGGER, E. **Replicator dynamics with frequency dependent stage games**. Discussion Paper. Faculty of Economics and Social Sciences. Department of Economics, 2005.

BUILTER, W. H. Lessons from the 2007 financial crisis, **CEPR Discussion Paper n. 6596**, 2007.

CABRAL, R. M. **Jogos Evolucionários**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Fluminense - Departamento de Matemática, Niterói, 2008.

CAMANHO, N.; DEB, P.; LIU, Z. **Credit rating competition**. Working Paper, 2012. Disponível em <http://nelsoncamanho.com>.

CARRERA, E.J.S. **The evolutionary game of poverty traps**. University of Siena, 2009

COVAL, J.; JUREK, J.; STAFFORD, E. The economics of structured finance. **The Journal of Economic Perspective**, v. 23, n. 1, p. 3-26, 2009.

CRESSMAN, R.; MORRISON, W.G; WEN, J. F. On the evolutionary dynamics of crime. **Canadian Journal of Economics**, v. 31, n. 5, p. 1101-1117, 1998.

DEB, P.; MURPHY, G. Credit rating agencies: An alternative model. **London School of Economics working Paper**, 2009.

EFING, M.; HAU, H. Structured debt ratings: Evidence on conflicts of interest. **Journal of Financial Economics**, v. 116, n. 1, p. 46-60, 2015.

EUROPEAN SECURITIES AND MARKET AUTHORITY (ESMA). **Credit Rating Agencies' 2014 market share calculation for the purpose of Article 8d of the CRA regulation**. ESMA/2014/1583, 22 December 2014.

—. **ESMA publishes annual report and supervisory focus for CRAs and TRs**. Press Release. ESMA/2015/281, 16 February 2015.

FITCH RATINGS. **Inside the ratings: What credit rating mean**, 2007.

- . **Definitions of ratings and other forms of opinion**, December 2014.
- FRIEDMAN, D. On economic applications of evolutionary game. **Journal of Evolucionary Economics** v. 8, n. 1, p. 15-43, 1998.
- FULGHIERI P.; STROBL, G.; XIA, H. The economics of solicited and unsolicited credit ratings. **Review of Financial Studies**, v. 27, n. 2, p. 484-518, 2014.
- GRIFFIN, J.M.; TANG, D.Y. Did subjectivity play a role in CDO credit rating? **The Journal of Finance**, v. 67, n. 4, p. 1293-1328, 2012.
- HEITFIELD, E. **Parameter uncertainty and the credit risk of collateralized debt obligation**, 2009. Disponível em http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1190362
- HIRSCH, M.W.; SMALE, S.; DEVANEY, R. L. **Differential equations, dynamical systems and introduction to chaos**. Academic Press, 2004.
- HIRTH, S. Credit rating dynamics and competition. **Journal of Banking & Finance**, v.49, p. 100-112, 2014.
- JIANG, J.X.; STANFORD, M. H.; XIE, Y. Does it matter who pays for bond ratings? Historical evidence. **Journal of Financial Economics**, v.105, n. 3, p. 607-621, 2012.
- LUENBERGER, D.G. **Theory, models and applications**. Stanford University. John Wiley & Sons Inc., 1979.
- MATHIS, J.; MCANDREWS,J.; ROCHET,J.C. Rating the raters: Are reputation concerns powerful enough to discipline rating agencies. **The Journal of Monetary Economics**, v. 56, n. 5, p. 657-674, 2009.
- MAYNARD SMITH, J.; PRICE, G. The logic of animal conflicts. **Nature**, v. 246, p. 15-18, 1973.
- MENASCHÉ, D. S. **Controle de congestionamento: Uma abordagem dinâmico-populacional via teoria dos jogos evolucionários**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistema de Computação - COPPE/UFRJ, 2005.
- MISHKIN, F. S. **Economics of money, banking and financial markets**. Prentice Hall: 10th edition, 2013.
- MOODY'S. **Moody's rating methodology handbook**. Moody's Investors Service. February, 2004.

———. **Rating symbols and definitions**. Moody's Investors Service. March, 2015.

OPP, C.C.; OPP, M.; HARRIS, M. Rating agencies in the face of regulation. **Journal of Financial Economics**, v. 108, n. 1, p. 46-61, 2013.

PONCE, J. The quality of credit ratings: a two-sided market perspective. **Economics Systems**, v. 36, n. 2, p. 294-306, 2012.

RABLEN, M.D. Divergence in credit ratings. **Finance Research Letters**, v. 10, n. 1, p. 12-16, 2013.

ROTHERLI, T. F. Causes of the Financial Crisis: Risk misperception, policy mistakes and bank's bounded rationality. **The Journal of Socio-Economics**, v. 39, n. 2, p. 119-126, 2010.

SETTY, G.; DODD, R. Credit rating agency: Their impact on capital flows to developing countries. Financial Policy Forum. **Washington, D.C: Derivatives Study Center**, 2003.

SKRETA, V.; VELDKAMP, L. Ratings shopping and asset complexity: A theory of ratings inflation. **Journal of Monetary Economics**, n. 56, n. 5, p. 678-695, 2009.

STANDARD & POOR'S RATING SERVICES. **Standard & Poor's Ratings Definitions**. Global Credit Portal, 2012

STOLPER, A. Regulation of credit rating agencies. **Journal of Banking & Finance**, v. 33, n. 7, p. 1266-1273, 2009.

STROBL, G.; XIA, H. **The issuer-pays rating model and ratings inflation: Evidence from corporate credit**, 2011.

SY, A.N.R. Rating the rating agencies: Anticipating currency crises or debt crises? **Journal of Banking & Finance**, v. 28, n. 1, p. 2845-2867, 2004.

TAYLOR, P.D.; JONKER, L.B. Evolutionary stable strategies and game dynamics. **Mathematical Biosciences**, v. 40, n. 1-2, p. 145-156, 1978.

TAYLOR, J.B. **The financial crises and the policy responses: An empirical analysis of what went wrong**. Working Paper 14631, National Bureau of Economic Research, Cambridge, 2009.

U.S. SECURITIES AND EXCHANGE COMMISSION (SEC). **Annual report on nationally recognized statistical rating organizations**. December, 2014.

UTZIG, S. The Financial Crisis and the Regulation of Credit Rating Agencies: An European Banking Perspective. **Asian Development Bank Institute**, ADBI Working Paper 188, 2010.

WOJTOWICZ, M. CDOs and financial crisis: credit ratings and fair premia. **Journal of Banking & Finance**, v. 39, p. 1-13, 2014.

Apêndice

Função de Lyapunov

Procurando uma função apropriada:

$$L(x, y) = F(x) + G(y)$$

$$\dot{L}(x, y) = \frac{\partial F}{\partial x} \cdot \frac{\partial x}{\partial t} + \frac{\partial G}{\partial y} \cdot \frac{\partial y}{\partial t}$$

$$\dot{L}(x, y) = \frac{\partial F}{\partial x} \cdot x(1+x)[a_1y - a_2(1+y)] + \frac{\partial G}{\partial y} \cdot y(1-y)[b_1x - b_2(1-x)]$$

Com $\dot{L} = 0$, temos:

$$\frac{\partial F}{\partial x} \cdot \frac{x(1-x)}{b_1x - b_2(1-x)} = \frac{\partial G}{\partial y} \cdot \frac{y(1-y)}{a_2(1-y) - a_1y} = cte$$

Assumindo que $cte=1$

$$\frac{\partial F}{\partial x} \cdot x(1-x) = b_1x - b_2(1-x)$$

$$\frac{\partial F}{\partial x} = \frac{b_1}{(1-x)} - \frac{b_2}{x}$$

$$\frac{\partial G}{\partial y} \cdot y(1-y) = a_2(1-y) - a_1y$$

$$\frac{\partial G}{\partial y} = \frac{a_2}{y} - \frac{a_1}{1-y}$$

Integrando:

$$\int \frac{\partial F}{\partial x} = \int \left(\frac{b_1}{(1-x)} - \frac{b_2}{x} \right)$$

$$\int \frac{\partial G}{\partial y} = \int \left(\frac{a_2}{y} - \frac{a_1}{1-y} \right)$$

Com:

$$F(x) = -b_1 \ln(1-x) - b_2 \ln x$$

$$G(x) = a_1 \ln(1-y) + a_2 \ln y$$

Assim:

$$L(x, y) = a_1 \ln(1-y) + a_2 \ln y - b_1 \ln(1-x) - b_2 \ln x + C; \quad C \text{ s.a. } L(\bar{x}, \bar{y}) = 0$$

Fazendo:

$$\frac{\partial L}{\partial x} = \frac{b_1}{1-x} - \frac{b_2}{x} = 0 \text{ com } x = \frac{b_2}{b_1+b_2}$$

$$\frac{\partial L}{\partial y} = \frac{-a_1}{1-y} + \frac{a_2}{y} = 0 \text{ com } y = \frac{a_2}{a_1+a_2}$$

De fato, a função tem como ponto crítico o ponto estacionário (\bar{x}, \bar{y}) .

Da matriz hessiana de $L(x, y)$, (\bar{x}, \bar{y}) é estritamente um mínimo local quando os determinantes do primeiro e do segundo menor principal são maiores

que zero. Na função em análise tem-se que:

$$\frac{\partial^2 L}{\partial x^2} = b_1(1-x)^{-2} + b_2x^{-2} > 0$$

$$\frac{\partial^2 L}{\partial x^2} \cdot \frac{\partial^2 L}{\partial y^2} - \left(\frac{\partial^2 L}{\partial x \partial y} \right)^2 = [b_1(1-x)^{-2} + b_2x^{-2}] [-a_1(1-y)^{-2} - a_2y^{-2}] > 0$$

(já que $a_1 < 0$; $a_2 < 0$; $b_1 > 0$; $b_2 > 0$)

Ademais,

$$\dot{L}(x, y) = \frac{\partial L(x, y)}{\partial t} = \frac{\partial L(x, y)}{\partial x} \cdot \frac{\partial x}{\partial t} + \frac{\partial L(x, y)}{\partial y} \cdot \frac{\partial y}{\partial t} = \left[-\frac{a_1}{1-y} + \frac{a_2}{y} \right] \dot{y} + \left[\frac{b_1}{1-x} - \frac{b_2}{x} \right] \dot{x} = 0, \quad \forall x, \forall y.$$