

**CONDUTA E COOPERAÇÃO ENTRE EMPRESAS: UM ESTUDO
ATRAVÉS DO DILEMA DO PRISIONEIRO E DA SIMULAÇÃO BASEADA EM AGENTES**

Rogério Scabim Morano

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

r.morano@uol.com.br

Edmilson Alves de Moraes

Centro Universitário da FEI

edmilson@fei.edu.br

ABSTRACT

Through agent-based simulation was modeled a market where alliances between companies to complement the competences and abilities are fundamental to exploiting new opportunities. The strategic enterprise behavior based on management, in order to attend the goals of stakeholders or shareholders must affect the alliances and their levels. Enterprises facing market opportunities which request strategic alliances can or cannot cooperate on the others according to their strategic behavior profiles and according to the historical cooperation evaluation of their potential partners. The model of agent-based simulation proposed for such essay, uses roles based on *Sugarscape*, on prisoner dilemma for *n-players* and concepts existents about cooperation, stakeholders and shareholders theories and enterprise alliances. It has been verified that the emergence of cooperation can occur, but depends on how fierce is the competition in terms of existing firms in the market initially and the diversity of firms in terms of their internal cost structures.

Keywords: Cooperation, *Stakeholders* and *Shareholders*, Agent-Based Simulation, Prisoner's Dilemma.

RESUMO

Através de simulação baseada em agentes foi modelado um mercado onde as alianças entre empresas para complementação de competências e habilidades são fundamentais para a exploração de novas oportunidades. A conduta das empresas baseada na gestão orientada ao atendimento dos objetivos de *stakeholders* ou de *shareholders* deve afetar as alianças e seus níveis de intensidade e fragilidade. Empresas, diante de oportunidades de mercado que requerem alianças estratégicas, podem cooperar ou não com as demais, de acordo com seus perfis de conduta estratégica e de acordo com a avaliação dos históricos de cooperação de seus potenciais parceiros. O modelo de simulação baseada em agentes, proposto por este estudo, utiliza-se de regras baseadas no ambiente de açúcar, idealizado por Epstein e Axtell (1996), no dilema do prisioneiro para *n-jogadores* e nos conceitos existentes sobre cooperação, teorias de *stakeholders* e *shareholders* e alianças empresariais. Foi verificado neste estudo que a emergência da cooperação pode ocorrer, mas depende do quanto acirrada é a competição, em termos de empresas existentes inicialmente no mercado, e da diversidade de empresas, em termos de suas estruturas internas de custos.

Palavras-Chave: Cooperação, *Stakeholders* e *Shareholders*, Simulação Baseada em Agentes, Dilema do Prisioneiro.

1. INTRODUÇÃO

As empresas que atuam em mercados intensivos em tecnologia possuem especialização cada vez maior. Neste contexto, as alianças estratégicas para complementaridade de competências e habilidades tornam-se vitais para exploração de novas oportunidades de mercado e para a sobrevivência no longo prazo (PORTER, 1990; DOZ e HAMEL, 2000). A conduta das empresas baseada na gestão orientada ao atendimento dos objetivos de *stakeholders* ou de *shareholders* deve afetar as alianças e seus níveis de intensidade e fragilidade. A reputação de cooperar ou não cooperar, dado o histórico de cooperação de empresas em interações ou formações de alianças passadas, interfere na percepção de uma vantagem futura advinda de uma ajuda ou concessão do presente ou, ainda, como forma de retribuição de algo recebido no passado (AXELROD, 2010; BITEKTINE, 2011).

Empresas, diante de oportunidades de mercado que requerem alianças, podem cooperar ou não com as demais, de acordo com seus perfis de conduta estratégica e de acordo com a avaliação dos históricos de cooperação de seus potenciais parceiros (AXELROD, 2010). Dessa forma, cabe um estudo para verificação de como o histórico de cooperação ou não cooperação afeta as alianças necessárias entre empresas que possuem condutas diferentes para exploração das oportunidades de mercado.

Este artigo possui como objetivo central verificar, através de simulação baseada em agentes, se dadas certas circunstâncias em um mercado que requer muitas alianças, como o intensivo em tecnologia, a cooperação entre as empresas nele inseridas pode ocorrer e se a conduta das empresas, em relação às teorias de *stakeholders* e de *shareholders*, influencia no sucesso e na sobrevivência dessas empresas ao longo do tempo. Tais circunstâncias estão relacionadas à competição do mercado, características internas de empresas nele inseridas, conduta das empresas nas formações de alianças e seu histórico de cooperar ou não cooperar ao longo do tempo. Esta modelagem utilizará certas regras para agente e ambiente, idealizados por Epstein e Axtell (1996), incorporando outras regras que são baseadas em conceitos de cooperação, conduta estratégica das empresas e no dilema do prisioneiro para *n-jogadores*.

2. SIMULAÇÃO BASEADA EM AGENTES (SBA)

Será usada neste artigo a nomenclatura Simulação Baseada em Agentes ou seu acrônimo SBA, porém outros termos alternativos podem ser encontrados na literatura para as diferentes ramificações de sua aplicação (SMITH, GOODCHILD e LONGLEY, 2007). A SBA normalmente está relacionada à modelagem do comportamento humano e tomada de decisão individual (EPSTEIN e AXTELL, 1996; SAMUELSON e MACAL, 2006).

A SBA é apropriada para a realização de estudos onde o importante é o entendimento de processos e suas consequências. Possibilita o estudo de pontos que não são simples de se estudar através de outras formas de simulação (GILBERT, 2008). Esse tipo de simulação é caracterizado pela existência de muitos agentes interagindo uns com os outros, com pouca ou nenhuma direção, permitindo a análise de fenômenos das sociedades modernas (UHRMACHER, 1996). Estruturas sociais fundamentais e comportamento de grupos emergem da interação de indivíduos que operam em ambientes artificiais sob regras que impõem demandas limitadas, como o do modelo de racionalidade limitada proposto por Simon (1991). A SBA ainda pode proporcionar o avanço dos estudos dos comportamentos existentes nas relações humanas que não podem ser explicados através do uso da teoria econômica neoclássica (GOTTS, POLHILL e LAW, 2003).

Agentes são os indivíduos da sociedade artificial. Suas características principais dizem respeito ao grau de autonomia (SHOHAM, 1993). Macal e North (2005) apresentam agentes como sendo entidades que possuem algumas características comuns. Normalmente são indivíduos identificáveis e que carregam um conjunto de regras que governam seu comportamento. Possuem capacidade de tomada de decisão, são

capazes de interagir com outros agentes, possuem protocolos de interação (comunicação, troca, reprodução etc.) e capacidade de responder ao ambiente. As interações entre os agentes permitem a avaliação de suas informações sobre os demais, pois, durante tais interações, torna-se possível detectar se tais informações estão incorretas ou incompletas (SICHTMAN, 1998). Para o logro de objetivos individuais, os agentes valem-se da possibilidade de recorrer ao apoio de outros (CONTE e SICHTMAN, 1995). As regras que determinam as características dos agentes normalmente são simples e baseadas em informação local (ROSENSCHEIN e KAEHLING, 1995; EPSTEIN, 1999; BONABEAU, 2002).

Ambiente ou espaço que separa os agentes é o local onde estes operam e interagem uns com os outros. O ambiente também possui regras que influenciam na maneira como os agentes irão se movimentar, operar e interagir. A diferença entre sociedade artificial e os modelos matemáticos tradicionais (como a teoria dos jogos) é o fato de que os modelos tradicionais criam subgrupos ou subpopulações, para um determinado estudo de uma população, que possuem características homogêneas dos indivíduos em cada um deles, enquanto que, nas sociedades artificiais, podem ser assumidas distribuições heterogêneas de espaço para os agentes e cada um deles pode ter suas próprias peculiaridades genéticas e culturais. Com a passagem do tempo, em uma sociedade artificial, pressões de seleção ocorrem no sentido de alterar a distribuição e o perfil da população resultante (EPSTEIN e AXTELL, 1996).

3. AMBIENTE DE AÇUCAR (*SUGARSCAPE*)

Epstein e Axtell (1996) propuseram um ambiente de SBA onde o recurso natural vital para os indivíduos nele inseridos é o açúcar. Este açúcar fica distribuído de forma aleatória por todo o ambiente e é a motivação básica para que os agentes se movimentem, interajam e sobrevivam. Algumas configurações básicas são estabelecidas inicialmente e certas regras complementares são adicionadas conforme aumenta a necessidade de análise e de respostas a serem obtidas.

O consumo individual de açúcar de cada agente para sua sobrevivência é estabelecido pelo seu metabolismo. A procura por um local vazio que contenha açúcar torna o alcance de visão necessário para que um agente se movimente. A racionalidade limitada pode ser verificada através desta configuração, já que os agentes não podem visualizar, a cada ciclo, todo o ambiente em busca de açúcar.

A cada rodada da simulação, cada agente deve identificar a posição, segundo as regras já estabelecidas de alcance e direção, que possui a maior quantidade de açúcar. Caso exista mais de uma posição que atenda a regras, o agente deve se movimentar para a posição mais próxima. Sendo assim, as regras de movimentação modeladas no ambiente de açúcar estabelecem a movimentação para a posição desocupada com maior quantidade de açúcar disponível e que esteja dentro dos limites do alcance de visão do agente. Ao se movimentar para a nova posição, cada agente deve acumular todo o açúcar existente ali e consumir o seu metabolismo. Caso o agente não tenha acumulado açúcar suficiente para o seu metabolismo, ele morre. Após a movimentação do agente, o nível de açúcar da posição desocupada é restabelecido.

4. TEORIA DE *STAKEHOLDERS* VERSUS TEORIA DE *SHAREHOLDERS*

Stakeholders são os agentes da sociedade que têm algum interesse em um dado negócio, mesmo que não sejam os únicos ou nem mesmo os principais interessados nesse negócio (FREEMAN, 1994). Desta maneira, a teoria dos *stakeholders* está cada vez mais alinhada com a realidade atual das empresas, pois, em um mercado competitivo, o papel do *stakeholder* é fundamental para a perpetuação e o desempenho das empresas (HART e MILSTEIN, 2003). As atividades das empresas não se limitam a atender aos interesses de seus proprietários e controladores, mas também a todos que possuem algum tipo de interesse em suas atividades. Uma visão interna, individualista ou de proteção de seus interesses pode não ser viável para as empresas e seus gestores, pois é preciso que sejam observados critérios externos a elas para a obtenção de sucesso e maior rentabilidade (FREEMAN, 1994).

Já a teoria dos *shareholders* destaca que os administradores devem direcionar seus esforços em favor da empresa para que consigam obter os melhores resultados possíveis e conseqüentemente fazer o valor das ações aumentar no mercado acionário, satisfazendo as necessidades dos acionistas. A empresa tem como

objetivo principal agregar valor aos detentores de ações da empresa (JENSEN, 2001). A teoria dos *stakeholders* defende que a empresa deve atender às necessidades de todas as partes envolvidas e a teoria dos *shareholders* defende que a empresa deve atender exclusivamente ao acionista.

Segundo Jensen (2001), existe contradição entre a teoria dos *stakeholders* e a maximização do lucro. Normalmente uma empresa busca maximizar seu valor e, conseqüente, minimizar os custos. Atividades exigidas por *stakeholders* demandam aumento de custos e, se esse aumento não demandar aumento de valor, estará descartada da estratégia da empresa a sua adoção. Como é impossível para uma empresa obter sucesso perseguindo vários objetivos, adotar o que todos os *stakeholders* desejam é apenas uma maneira de comunicar que existe uma participação de todos no processo de condução da empresa, somente com o intuito de agregar valor à imagem da empresa, visando a satisfazer a teoria da maximização, uma vez que a comunicação entre gestores, empregados, clientes, fornecedores e comunidade é muito difícil e custosa por tratar-se de um sistema extremamente complexo e delicado. Para Boaventura et al (2009), a teoria dos *stakeholders* também é falha no aspecto moral, uma vez que as obrigações fiduciárias estão restritas aos *shareholders* e apenas estes deveriam ter direito aos benefícios. Para Hart e Milstein (2003), a empresa deve agregar valor ao acionista, seguindo a linha da teoria dos *shareholders*, porém tal empresa possui a necessidade de manter seu desempenho atual sem perder o foco no futuro.

5. CONFIANÇA NA FORMAÇÃO DE ALIANÇAS EM BUSCA DE NOVAS OPORTUNIDADES

Atualmente, as empresas, tendo em vista a globalização, o aumento da competitividade e a incerteza, não podem mais competir de maneira isolada no mercado, tendo que se unirem a outras através da formação de alianças estratégicas. Nessas alianças, cada um dos parceiros, com seus recursos e habilidades específicas, complementam as demais, aumentando suas vantagens competitivas (DOZ e HAMEL, 2000; GULATI, NOHRIA e ZAHEER, 2000). As competências especiais de uma empresa, como proposto por Barney (1991), devem ser aprimoradas a cada conquista e adequadas à exploração de novas oportunidades de mercado que lhe permitem sobreviver. Tais competências especiais das empresas representam custos de obtenção, desenvolvimento e manutenção. As empresas possuem capacidades diferentes de percepção de novas oportunidades de mercado, chamadas recursos da firma. Tal capacidade de percepção varia de acordo com diversos fatores e é limitada, conforme proposta de racionalidade limitada de Simon (1991). Tais recursos são próprios e caracterizam as empresas.

Principalmente em indústrias intensivas em tecnologia, as alianças criam valor para as empresas, permitindo que elas estabeleçam novos padrões de mercado, obtenham lucros acima da média da indústria e aumentem seus poderes de influência mais do que conseguiriam com os seus tamanhos e recursos isoladamente (PORTER, 1990). Algumas competências de uma empresa, como a aprendizagem e o relacionamento com outras empresas, assumem um papel central na manutenção da vantagem competitiva no longo prazo. As competências e capacidades dinâmicas das empresas estão ligadas aos seus processos, moldados em sua posição e caminhos. Essas competências só poderão gerar vantagem competitiva e receita se elas forem baseadas em um conjunto de roteiros, habilidades e ativos complementares de difícil imitação (TEECE, PISANO e SHUEN, 1997).

As alianças possuem as mais variadas motivações: prestação de serviços, desenvolvimento de produtos, obtenção de recursos financeiros e tecnológicos, aprendizagem, desenvolvimento de competências, entre outros. As organizações procuram satisfazer seus objetivos a partir de interações estratégicas com as demais (BRONZO e HONÓRIO, 2005). As estratégias são estabelecidas com foco em algumas poucas competências. Ao mobilizar capacidades e recursos para operar em um ambiente concorrencial profundamente redesenhado, as empresas estariam buscando estabelecer e manter alianças mais eficazes com outras empresas, com a finalidade de assegurar a sua própria sobrevivência ou incrementar a sua competitividade (DIMAGGIO e POWELL, 1983).

Cunha e Melo (2006), através do estudo de empresas do setor de biotecnologia, afirmam que a confiança é instrumento vital para a realização de parcerias mais eficientes e verdadeiras. A confiança, ainda segundo

os autores, é ainda mais importante e necessária em setores intensivos em tecnologia e inovação e apresentam dois domínios: das relações interorganizacionais e das relações interpessoais. Confiança na formação de uma aliança entre parceiros com recursos que se complementam para exploração e desenvolvimento de oportunidades de mercado é fundamental e, muitas vezes, depende dos interesses em comum, de experimentação e pode ser influenciada pelo histórico de estratégias adotadas pelas empresas em alianças passadas.

6. COOPERAÇÃO E O DILEMA DO PRISIONEIRO

O dilema do prisioneiro é originado de um conhecido problema sobre cooperação (PRADO, 1999; PINTO, OSÓRIO e MUSSE, 2008). Ohdaira e Terano (2009) apresentam dois pontos como importantes nos estudos sobre o dilema do prisioneiro. O primeiro é referente à escolha da melhor estratégia para promover o surgimento da cooperação. O segundo ponto trata da avaliação de quão estável é esta cooperação, após seu surgimento.

Segundo Porter (1990), a cooperação entre empresas no compartilhamento de uma atividade que cria valor pode gerar vantagem competitiva para ambas. Isso ocorre quanto tal atividade representa uma parte importante dos custos operacionais das empresas e o compartilhamento permite suas reduções. Também pode ocorrer caso o compartilhamento de atividades contribua para uma diferenciação que aumente a singularidade do produto ou reduza o custo de uma singularidade já existente.

Gotts, Polhill e Law (2003) e Arend (2009) discutiram várias regras, cenários e estratégias de ação de agentes para realização do modelo do dilema do prisioneiro no ambiente de SBA. Esse modelo requer que sejam estabelecidas condições e pesos para cada ação (cooperar ou não cooperar) e valores de resultado ou recompensa associados a cada ação escolhida pelos agentes. O resultado da cooperação mútua entre dois agentes em um ciclo de simulação estabelece 3 pontos que serão acumulados para cada agente. Para o caso da não cooperação mútua, o resultado estabelece apenas 1 ponto a ser acumulado para cada agente. Para o caso da divergência de conduta entre os dois agentes do modelo do dilema do prisioneiro, durante uma rodada da simulação, terá acúmulo de 5 pontos o agente que não cooperou e o que cooperou não acumula nenhum ponto. Um jogador pode reconhecer e lembrar a conduta do seu oponente em interações anteriores, desta forma, o histórico das interações pode propiciar a escolha de uma estratégia de ação com relação a cooperar ou não com seu oponente.

Dentro da Teoria dos Jogos, existe uma vertente chamada de *n-pessoas* (*n-person*) que estuda as disputas envolvendo, simultaneamente, mais de dois jogadores. No que se refere ao dilema do prisioneiro para *n-pessoas*, tal modelo é utilizado para se estudar populações onde existem vários indivíduos interagindo entre si simultaneamente (mais de dois jogadores a cada interação) (ERIKSSON e LINDGREN, 2005). Com isso, o dilema do prisioneiro para *n-pessoas* ganha maior grau de complexidade dos cálculos referentes aos ganhos de cada indivíduo durante as disputas. O modelo de *n-pessoas* torna a matriz de ganho do dilema do prisioneiro complexa e mais próxima do que ocorre na natureza (DIAS, PINHEIRO e FRANCO, 2010).

Mantendo-se os valores das penas de prisão em caso de cooperação e não-cooperação, conforme o modelo original do dilema do prisioneiro (para dois jogadores), detalhado anteriormente neste trabalho, é possível a generalização para o caso de *n-pessoas*, conforme as equações abaixo (MANHART e DIEKMANN, 1989):

$$G_c = (3 * (N_c - 1)) / (N - 1) \quad \dots(1)$$

$$G_n = ((5 * N_c) + (1 * (N - N_c - 1))) / (N - 1) \quad \dots(2)$$

A equação (1) representa o ganho “G_c” de um jogador quando sua estratégia é de cooperação em determinada interação e a equação (2) representa o ganho “G_n” quando a estratégia do jogador é de não cooperação. A variável “N_c” representa o número de jogadores que cooperaram durante a interação em questão e “N” representa o número total de jogadores que participaram da disputa. Ambas as equações

representam a generalização do modelo para dois jogadores. Caso haja mútua cooperação, o resultado de “Gc” é 3. Para mútua não cooperação, o resultado de “Gn” é 1. Em caso de divergência de estratégia, o resultado de “Gc” (referente ao jogador que cooperou) é zero e o resultado de “Gn” (referente ao jogador que não cooperou) é 5.

7. CONSTRUÇÃO DO MODELO

O ambiente artificial construído por este projeto de SBA representa um mercado intensivo em tecnologia onde as alianças entre empresas para complementação de competências e habilidades, como proposto por Porter (1990) e Cunha e Melo (2006), são fundamentais para exploração de novas oportunidades. Os recursos disponíveis nas diversas posições do ambiente artificial representam as novas oportunidades do mercado que estão latentes e que poderão ser apropriadas pelas empresas, assim que estas se movimentarem para tais posições e seguirem certas regras de interação com as demais que estão ao seu redor. A quantidade de recursos em cada posição varia, assim como em um mercado real onde os frutos da exploração de novas oportunidades variam de acordo com o retorno proporcionado por cada uma dessas oportunidades. Os agentes são criados e distribuídos aleatoriamente no *setup* da simulação. Os agentes representam as empresas que atuam em mercados intensivos em tecnologia e que possuem especialização cada vez maior, necessitando de complementaridade de habilidades através de formações de alianças, como proposto por Doz e Hamel (2000), para exploração de novas oportunidades de mercado ou, no caso deste projeto de SBA, para se apropriar de recursos vitais disponíveis no ambiente artificial.

Seguindo a proposta de Epstein e Axtell (1996), o consumo individual de recursos de cada agente para sua sobrevivência é estabelecido pelo seu metabolismo e é a sua motivação básica para movimentação para outra posição. Ao se movimentar para a nova posição, através do uso do alcance de visão e do conceito de vizinhança de Von Neumann, cada agente deve satisfazer a determinadas regras de interação, baseadas no dilema do prisioneiro, para acumular todos os recursos existentes ali e consumir o seu metabolismo. A partir da primeira rodada da simulação é que os agentes se movimentam e interagem com seus vizinhos, seguindo as regras do dilema do prisioneiro para cooperar ou não cooperar (será discutido este assunto a seguir), para se apropriar dos recursos desta nova posição.

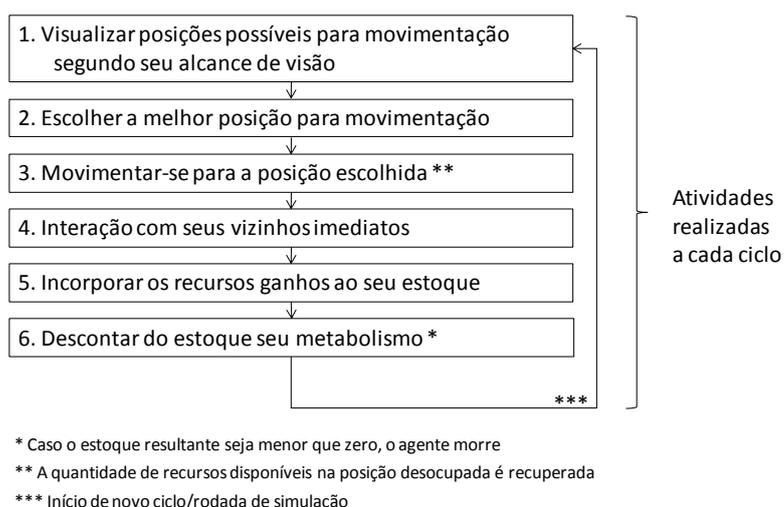


Figura 1 – Fluxo de atividades de um agente.
 Fonte: Autor.

A figura 1 apresenta o fluxo de atividades básicas realizadas por um agente logo após o *setup* e no decorrer de cada ciclo da simulação. As interações do agente com seus vizinhos imediatos (atividade 4) representam as alianças empresariais para exploração de novas oportunidades. Os vizinhos imediatos são aqueles

imediatamente ao lado do agente em questão, após sua movimentação, respeitando o conceito de vizinhança de Von Neumann, como pode ser observado na figura 2. Estes vizinhos representam as empresas que, por estarem próximas da nova oportunidade, possuem competências complementares necessárias para sua exploração. Somente a formação de aliança (interação baseada no dilema do prisioneiro) entre a empresa (agente do ambiente artificial) e as demais próximas (vizinhas imediatas) pode garantir o sucesso da exploração da nova oportunidade de mercado. As competências complementares necessárias para a exploração de uma nova oportunidade de mercado requerem formação de alianças com outras empresas.

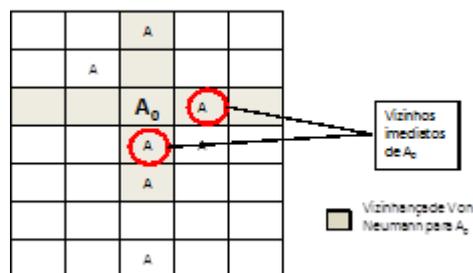


Figura 2 – Vizinhos imediatos de um agente.
Fonte: Autor

Este projeto impõe certas regras de interação do agente e seus vizinhos imediatos para determinação dos recursos da posição a serem adquiridos por este agente. Existe fragilidade em se formar alianças, uma vez que estas envolvem riscos e requerem confiança entre as partes, como sugerido por Cunha e Melo (2006), Doz e Hamel (2000) e Bronzo e Honório (2005). A interação em questão é baseada nos modelos do dilema do prisioneiro discutidas e publicadas por Gotts, Polhill e Law (2003).

Os recursos da nova posição do agente serão repartidos entre este e seus vizinhos imediatos. No caso da posição em questão não possuir vizinhos imediatos, o agente, ao se movimentar, pode se apropriar de todos os recursos disponíveis. No exemplo ilustrado na figura 2, o agente “A₀” possui dois vizinhos imediatos. Os recursos da posição devem ser repartidos pelos três agentes (dois vizinhos imediatos e o agente “A₀”). “A₀” deve realizar uma interação com seus vizinhos, através de modelo baseado no dilema do prisioneiro para *n-pessoas* que será discutido a seguir, para determinar a quantidade de recursos que irá se apropriar da nova posição que ocupa.

As equações apresentadas por Manhart e Diekmann (1989), discutidas anteriormente, para modelar o dilema do prisioneiro para *n-pessoas* baseia-se no modelo original concebido para dois jogadores e seus ganhos nos casos de cooperação e não cooperação. Mantendo-se os mesmos princípios utilizados, este projeto determinará os ganhos em caso de interação entre dois jogadores e somente a partir destes serão concebidos os ganhos em caso de interação entre *n-pessoas*.

Sendo “AD” a quantidade de recursos disponíveis em uma posição, o resultado da cooperação mútua entre o agente e seu vizinho imediato em uma rodada de simulação (dilema do prisioneiro para dois jogadores) estabelece que 60% da quantidade de recursos disponíveis (0,6 do valor de “AD”) seja acumulada por cada um dos dois agentes. 60% do valor disponível para cada jogador representam o ganho intermediário resultante da mútua cooperação entre os agentes. Vale lembrar que, no modelo original detalhado por Gotts, Polhill, Law (2003), o número 3 (ganho intermediário) representa 60% do número 5 (ganho máximo). A soma dos ganhos em caso de mútua cooperação supera 100%, mas o excedente produzido por essa prática, 20%, pode ser encarado como um ganho extra pela sinergia promovida pela cooperação na formação de alianças para exploração de novas oportunidades de mercado entre todas as partes envolvidas, além de caracterizar o ganho intermediário que possui aderência com a teoria discutida anteriormente.

	Estratégias		Resultado	
	Agente	Vizinho	Agente	Vizinho
Situação 1	Cooperar	Cooperar	0,6 * AD	0,6 * AD
Situação 2	Cooperar	Não cooperar	Zero	AD
Situação 3	Não cooperar	Cooperar	AD	Zero
Situação 4	Não cooperar	Não cooperar	0,2 * AD	0,2 * AD

Quadro 1 – Relação de ganhos entre dois agentes interagindo pelos recursos disponíveis.

Fonte: Autor

Para o caso da não cooperação mútua, o resultado estabelece apenas 20% da quantidade de recursos em disputa (0,2 do valor de “AD”) a ser acumulado para cada agente. Esse valor de ganho para cada jogador representa o ganho mínimo em caso de mútua não cooperação e respeita a lógica discutida por Eriksson e Lindgren (2005) e Manhart e Diekmann (1989) de que o ganho por não cooperar em caso de mútua não cooperação deva ser menor ao de se cooperar em caso de mútua cooperação. No modelo original, detalhado por Gotts, Polhill, Law (2003), o número 1 (ganho com a mútua não cooperação) representa 20% do número 5 (ganho máximo). O quadro 1 apresenta a relação de ganhos entre o agente e seu vizinho interagindo pelos recursos disponíveis da posição.

Uma vez estabelecidos os ganhos no caso da interação por recursos envolvendo cooperação e não cooperação para dois agentes torna-se possível a determinação das equações que representarão os ganhos dos jogadores em caso de interação entre *n-pessoas*. As equações de ganho de cada agente em uma interação baseada no dilema do prisioneiro para *n-pessoas*, onde o que está em disputa são os recursos disponíveis, baseando-se nas equações apresentadas por Manhart e Diekmann (1989), são:

$$AGc = ((0,6 * AD) * (Nc - 1)) / (N - 1) \quad \dots (3)$$

$$AGn = ((AD * Nc) + ((0,2 * AD) * (N - Nc - 1))) / (N - 1) \quad \dots (4)$$

A variável “AGc” representa o ganho de recursos, após a interação, para os agentes que cooperaram e a variável “AGn” representa o ganho de recursos, após a interação, para os agentes que não cooperaram. Ambas variáveis são funções de “AD” (recursos disponíveis), “Nc” (número de agentes que cooperaram) e “N” (número total de agentes na disputa).

A equação (3) é análoga a (1), onde “(0,6 * AD)” ocupa o lugar do número 3 e representa os ganhos em caso de mútua cooperação para o caso de apenas dois jogadores. Já a equação (4) é análoga a (2), onde “AD” ocupa o lugar do número 5, representando o ganho máximo conquistado em caso de divergência nas estratégias adotadas para o caso de apenas dois jogadores, e “(0,2 * AD)” ocupa o lugar do número 1, representando os ganhos em caso de mútua não cooperação também para o caso de apenas dois jogadores.

O histórico de cooperação de um agente, em um determinado ciclo da simulação, é um valor obtido da média das 25 últimas estratégias adotadas por este agente no momento de sua movimentação, sendo que sempre é atribuído o valor zero para o caso de não cooperação e o valor 1 para o caso de cooperação. O valor obtido neste cálculo representa o histórico de cooperação do agente, número que varia entre zero e 1, naquele determinado ciclo da simulação. Tal valor representa o grau de cooperação do agente até certo momento.

Um agente, quando em determinada interação estiver fazendo o papel de vizinho imediato, adotará a estratégia de não cooperação em determinado ciclo da simulação, caso seu histórico de cooperação calculado seja um número entre zero e 50%. A estratégia adotada de cooperação prevalece se o agente, também fazendo o papel de vizinho imediato, possuir em seu histórico de cooperação um número a partir

de 50%. Para uma reputação de exatamente 50%, sua conduta será determinada de forma aleatória com 50% de chance para cooperação e não cooperação.

A estratégia adotada por um agente que acabou de se mover para uma posição nova, ao interagir com seus vizinhos, dependerá de seu perfil de conduta (assunto que será abordado mais à frente neste trabalho). Já as estratégias adotadas pelos agentes vizinhos (representando parceiros com competências complementares em uma aliança por nova oportunidade de mercado) durante a interação com o agente em movimentação são os valores de seus históricos de cooperação calculados, ou seja, se um agente vizinho tiver histórico de cooperador, este irá cooperar. Caso um agente vizinho tenha histórico de não cooperador, este não irá cooperar.

Este projeto define três perfis de conduta diferentes que são atribuídos a cada agente em sua criação para a determinação da estratégia a ser adotada por ele, quando de suas movimentações. O primeiro perfil é aquele que representa a abordagem tratada pela teoria de *shareholders*. Para o agente que possui este perfil (chamado de perfil de conduta maximizador) a estratégia é de sempre não cooperar com seus vizinhos imediatos, maximizando seu ganho na interação. O perfil de conduta maximizador também pode representar perfis de empresas oportunistas, uma vez que estas extraem o máximo resultado da interação, sem a preocupação com a perpetuação de alianças no longo prazo.

Os segundo e terceiro perfis de conduta estão mais alinhados com o conceito de racionalidade limitada, representando aspectos ligados à equalização de resultado com os demais agentes, prudência na tomada de decisão e estratégias estabelecidas por obra do acaso. O segundo perfil, chamado de perfil de conduta equalizador, representa a abordagem tratada pela teoria de *stakeholders*. Com este perfil, são representadas empresas que priorizam os relacionamentos, a imagem e as alianças em suas condutas. São conservadoras e por isso estão atentas e se protegem de outras que possuem histórico de não cooperação. Para o terceiro, chamado de perfil de conduta imprevisível, a estratégia é adotada aleatoriamente com peso de 50% para cada conduta, independentemente do histórico de cooperação dos vizinhos oponentes. A aleatoriedade de conduta está sempre presente, mesmo em pequena proporção, na tomada de decisão das empresas.

Para:	$\frac{(N-1)}{2} \leq Oc$	Então: Agente em movimentação adota estratégia de cooperação
Para:	$\frac{(N-1)}{2} > Oc$	Então: Agente em movimentação adota estratégia de não cooperação

Figura 3 – Regra para se estabelecer a estratégia adotada para um agente equalizador.
Fonte: Autor

Durante a movimentação de um agente, este pode se deparar com mais de um vizinho imediato e, nesse caso, os ganhos de recursos disponíveis na nova posição dependerão de seu perfil de conduta e da conduta de seus vizinhos imediatos (valor calculado a partir do histórico de cooperação de cada um dos vizinhos). Para o caso do agente em movimentação com perfil de conduta maximizador, a estratégia adotada por ele será sempre de não cooperação e seus ganhos de recursos dependerão do valor de “AGn” calculado através da equação (4). Os ganhos dos demais agentes na interação (vizinhos imediatos) dependerão de suas condutas, determinadas por seus históricos de cooperação, e das equações (3) ou (4). Para os agentes em movimentação que possuem perfil de conduta equalizador, a estratégia adotada por eles será dada através da regra apresentada pela figura 3 e seus ganhos de recursos e de seus vizinhos imediatos dependerão dos resultados de “AGc” ou “AGn”, calculados através das equações (3) ou (4). “Oc” representa o número de agentes vizinhos imediatos que cooperam (que possuem valor do histórico de cooperação maior que 50%). Para o tipo de agente imprevisível, a estratégia adotada é estabelecida aleatoriamente com peso de 50% para cada conduta no momento da disputa, independentemente do

histórico de cooperação dos vizinhos imediatos. Seus ganhos de recursos e de seus vizinhos imediatos dependerão dos resultados de “AGc” ou “AGn”, calculados através das equações (3) ou (4).

O perfil de conduta de um agente é atribuído em sua criação de forma aleatória, seguindo a regra: 45% dos agentes são maximizadores, 45% são equalizadores e 10% são imprevisíveis. A proporção reduzida da quantidade de agentes com o perfil imprevisível ocorre devido à finalidade deste projeto de SBA ser o estudo de cooperação através de SBA. Estratégias adotadas de forma aleatória dificultam o estudo e as análises da influência do histórico de cooperação e perfil de conduta dos agentes em relação à sobrevivência e sucesso ao final da simulação, porém, não podem ser esquecidas no modelo por representarem uma conduta possível.

Objeto de estudo	Correspondente no ambiente artificial
Mercado intensivo em tecnologia.	Ambiente artificial.
Novas oportunidades de mercado.	Recursos disponíveis nas posições do ambiente.
Empresas que detectam novas oportunidades.	Agentes em movimentação.
Empresas possuidoras de competências complementares necessárias para a exploração das novas oportunidades detectadas.	Agentes vizinhos imediatos.
Características internas que formam as empresas.	Características fisiológicas dos agentes. (metabolismo e alcance de visão).
Conduta das empresas em uma aliança para exploração de novas oportunidades.	Interações entre os agentes baseada no dilema do prisioneiro.
Apropriação de ganhos oriundos da nova oportunidade explorada através da aliança formada.	Ganho de recursos após uma interação.
Perfis de conduta estratégica das empresas baseados nas teorias de <i>shareholder</i> e <i>stakeholder</i> .	Perfis de conduta dos agentes.
Competências, habilidades e conhecimentos acumulados por uma empresa.	Estoque de recurso de um agente.
Desaparecimento de uma empresa do mercado.	Morte de um agente.

Quadro 2 – Correspondência entre o ambiente artificial construído e as teorias estudadas.
Fonte: Autor.

O quadro 2 apresenta de maneira sintetizada o ambiente artificial, seus recursos disponíveis, agentes e regras que representam um mercado hipotético intensivo em tecnologia com suas novas oportunidades de negócios, contendo empresas capazes de identificar tais oportunidades.

8. EXECUÇÃO E ANÁLISE DAS SIMULAÇÕES REALIZADAS

O *software* utilizado para desenvolvimento do projeto foi o NetLogo®, versão 4.1.1 de agosto de 2010. Para tratamento e análise dos dados obtidos das simulações realizadas, foi utilizado o software estatístico SPSS Statistics®, versão 17.0 de agosto de 2008. Basicamente foram calculadas médias e desvios padrões de algumas variáveis e foram verificadas dependências entre variáveis através de regressão linear múltipla e análise de gráficos. Algumas transformações de dados categóricos foram realizadas para que as análises pudessem ser viabilizadas. O índice de confiança utilizado em todas as análises foi de 95%.

Foram tabuladas todas as variáveis de observador de 238 execuções de simulação, sendo estas realizadas com diversas alterações em cada um dos parâmetros de entrada existentes. As análises basicamente se concentraram na obtenção de relações de dependência entre os parâmetros de entrada e as variáveis de saída DIFRECACUM (diferença entre a média de recursos acumulados pelos agentes cooperadores sobreviventes e a média de recursos acumulados pelos agentes não cooperadores sobreviventes),

representando a possibilidade de maior acúmulo médio de recursos por parte das empresas com histórico de cooperação, e %NEMPRCOOP (número de agentes sobreviventes não cooperadores), representando a quantidade percentual de empresas sobreviventes com histórico de cooperação ao final da simulação.

Cálculo realizado	Valor obtido
Média de DIFRECACUM	78,32
Desvio padrão de DIFRECACUM	103,20
Média de %NEMPRCOOP	42,6%
Média de %NEMPRNCOOP	57,4%

Quadro 3 – Resultado das variáveis analisadas nos testes preliminares
Fonte: Autor.

O quadro 3 apresenta o resultado do cálculo de algumas médias dos dados extraídos de variáveis de saída das 238 execuções da simulação. Em média sobreviveram percentualmente mais empresas que possuem histórico de não cooperação. São utilizados os valores percentuais para o número de empresas sobreviventes cooperadoras e não cooperadoras, devido ao número inicial de empresas não ser constante para todas as execuções, tornando os valores absolutos de empresas sobreviventes não comparáveis.

Através de regressão linear, foi encontrada, para a variável de saída DIFRECACUM, relação com os parâmetros NEMPRESAS (número inicial de empresas) e METABMAX (metabolismo máximo a ser atribuído aos agentes durante o *setup*); as demais variáveis não obtiveram o valor de alfa (*p-valor*) abaixo de 5 %. Desta análise realizada não foi possível obter qualquer resultado conclusivo. Mesmo assim foi possível observar a sensibilidade do modelo aos parâmetros número inicial de empresas e metabolismo. Em situações onde a faixa de metabolismo foi mais estreita, o índice de sobrevivência foi muito reduzido.

Para a variável de saída %NEMPRCOOP também foi encontrada relação significativa com os parâmetros NEMPRESAS e METABMAX; as demais variáveis não obtiveram o valor de alfa (*p-valor*) abaixo de 5 %. O valor encontrado para a variável “R quadrado ajustado”, que indica, neste caso, o quanto a variação do número inicial de empresas e o metabolismo máximo atribuído aos agentes explicam a variação da percentagem de empresas sobreviventes cooperadoras, foi maior, próxima a 40%. Desta análise realizada foi possível verificar forte dependência da sobrevivência de empresas cooperadoras com a faixa estabelecida de metabolismo na execução da simulação e uma relação menos forte e de sinal negativo da sobrevivência de empresas cooperadoras com o número inicial de empresas, ou seja, quanto mais agentes iniciam a competição (quanto mais concorrido é o mercado em termos de número de empresas), menos empresas cooperadoras em termos percentuais sobrevivem.

Os parâmetros alcance de visão máximo, período de relevância para o cálculo do histórico de cooperação e estoque inicial máximo não apresentaram significância, tanto para a variação obtida de acúmulo de recursos de empresas cooperadoras como para a variação do número percentual de empresas cooperadoras sobreviventes das 238 execuções preliminares realizadas.

Após as análises das execuções das simulações realizadas preliminarmente, através das variáveis de observador, verificou-se que alguns parâmetros poderiam não influenciar diretamente a emergência da cooperação, tanto no que se refere à sobrevivência de empresas cooperadoras como na riqueza destas (recursos acumulados pelo estoque de recursos). Juntamente a isso, verificou-se a forte dependência do modelo ao parâmetro metabolismo e uma dependência um pouco menor ao parâmetro quantidade inicial de empresas.

Cenário	NEMPRESAS	METABMAX	Perfil Aleatório	Cenário	NEMPRESAS	METABMAX	Perfil Aleatório
1	850	4	Sim	6	2100	4	Não
2	1450	4	Sim	7	850	2	Não
3	2100	4	Sim	8	1450	2	Não
4	850	4	Não	9	2100	2	Não
5	1450	4	Não				

Quadro 4 – Resultado das variáveis analisadas nos testes preliminares
Fonte: Autor.

Considerando-se que metabolismo e número inicial de empresas podem ser preponderantes no modelo proposto por este projeto de SBA, foram criados 9 cenários variando-se esses 2 parâmetros, conforme pode ser observado no quadro 4. Os demais parâmetros foram mantidos constantes, com exceção da proporção de perfis de conduta a serem atribuídos aos agentes durante o *setup*. Nas análises destes 9 cenários avaliou-se, através de regressão linear múltipla, a dependência entre a riqueza acumulada de cada empresa e as variáveis atribuídas a cada agente durante o *setup* da simulação. Estas análises de cenário não focam o ponto de vista de observador e sim apresentam detalhes sobre a sociedade artificial emergente.

Cenários com baixo número inicial de empresas foram descartados por não permitirem grande quantidade de interações entre as empresas, fragilizando as análises sobre cooperação e conduta empresarial na formação de alianças. Dessa forma, os cenários basicamente avaliam mercados com média (850 agentes), alta (1450 agentes) e muito alta (2100 agentes) concentração de empresas. A partir do 4º cenário executado e analisado foi descartado o perfil aleatório, por se perceber que este gerou algumas perturbações no resultado da simulação (distribui comportamento aleatório de cooperador e não cooperador com ponderação de 50%) e criou ruídos nas análises. O intervalo de alcance de visão, como observado nas análises preliminares do ponto de vista de observador, não afetou significativamente o resultado das simulações.

Os recursos internos, as competências especiais e a eficiência das empresas, representadas pelo metabolismo dos agentes, se mostraram essenciais para a sobrevivência e sucesso em termos de aumento de riqueza, representado pelo acúmulo de recursos ao final da simulação, no mercado caracterizado por este estudo. Já a capacidade de percepção das novas oportunidades existentes no mercado, representadas pelo alcance de visão dos agentes, novamente não se mostrou importante para a sobrevivência e sucesso das empresas. Mesmo com o alcance visão tendo aparecido como significativo nos cenários 7, 8 e 9, os valores obtidos de “B” (coeficientes resultantes das regressões lineares executadas) não tornam essa característica essencial.

Empresas em mercados intensivos em tecnologia com falta ou difícil obtenção de informação sobre o histórico de cooperação ou não cooperação das demais (ou com muitas empresas imprevisíveis em relação às estratégias de cooperação) são mais influenciadas por suas próprias condutas internas do que pela avaliação do histórico de estratégias adotadas dos parceiros durante a formação de alianças. Esse fenômeno foi verificado durante as análises dos cenários 1, 2 e 3, já que o perfil aleatório inseriu ruído nas análises referente à variável histórico de cooperação. O perfil de conduta maximizador influenciou mais a variável estoque de recursos (recursos acumulados) que o perfil equalizador, como pode ser observado nos valores de “B” obtidos nos 3 primeiros cenários analisados. De qualquer forma, a cooperação emergiu, pois empresas com histórico de cooperação sobreviveram. Empresas que representam a teoria de *shareholders* levaram alguma vantagem sobre aquelas que representam a teoria de *stakeholders*.

As empresas com histórico de cooperação, tanto em média como em alta competição (cenários 4 e 5), mostraram ter maior sucesso, se comparadas com aquelas com histórico de não cooperação em mercados com maior diversidade de empresas, quanto às suas características, recursos internos (agentes criados com maior faixa de metabolismos) e clareza de conduta empresarial (sem o efeito do perfil de conduta aleatório). Já em mercados de muito alta competição, a conduta que representa a teoria dos *shareholders* parece inserir um diferencial no sucesso das empresas. Uma grande competitividade em mercados intensivos em tecnologia (cenário 6) parece fazer com que o histórico de cooperação das empresas não seja determinante no acúmulo de recursos internos.

As empresas com o perfil de conduta que representa a teoria de *shareholders*, tanto em média como em alta competição e com menor diversidade de empresas quanto às suas características, recursos internos (agentes criados com pequena faixa de metabolismos) e clareza de conduta (sem o efeito do perfil de conduta aleatório) apresentaram maior sucesso em termos de acúmulo de recursos. Esse fenômeno pôde ser verificado nos cenários 7 e 8. Em mercados de muito alta competição, a conduta que representa a teoria dos *shareholders* parece também ser a determinante no sucesso das empresas. Uma grande competitividade em mercados intensivos em tecnologia (cenário 9) também parece fazer com que o histórico de cooperação das empresas não seja significativo no acúmulo de recursos internos.

Foi possível verificar que o número de empresas emergentes cooperadoras e não cooperadoras foi muito equilibrado nos cenários 1 e 4, onde existe uma concentração mediana de empresas inseridas no mercado intensivo em tecnologia e uma faixa maior de metabolismos distribuídos entre tais empresas. Nos cenários 2, 3, 5 e 6 foi possível a verificação de que o número de empresas cooperadoras foi menor que o de empresas não cooperadoras. No caso do cenário 7, o número de empresas inicial foi mediano, mas a faixa de metabolismo foi mais estreita, provocando uma redução relativa no número de empresas cooperadoras emergentes. Todos esses resultados corroboram a análise realizada durante a execução dos testes preliminares, do ponto de vista de observador, que apresentou a variável %NEMPRCOOP como tendo relação significativa com os parâmetros NEMPRESAS e METABMAX.

Um último ponto a ser analisado foi a pouca emergência de empresas cooperadoras dos cenários 8 e 9. Em mercados de alta e muito alta competição em termos de número de empresa e homogeneidade e em termos de características e recursos internos das empresas, a cooperação praticamente não emergiu. A estratégia de não cooperação, mesmo por parte de empresas que representam a teoria de *stakeholders*, foi que garantiu a sobrevivência e o acúmulo de recursos internos.

Após o ciclo 25, momento em que o histórico de cooperação ou não cooperação começa a influenciar na estratégia das empresas durante as interações nas alianças formadas, o número de empresas cooperadoras cai até a quase extinção. Para o caso do cenário 9, esse fenômeno foi ainda mais acentuado.

9. CONCLUSÃO

Na maioria dos cenários simulados e analisados pelo modelo proposto por este projeto de SBA, a cooperação entre as empresas na formação de alianças emergiu. Em mercados com maior diversidade de empresas em termos de eficiência e recursos internos e média concentração de empresas competindo no mercado, a cooperação emergiu e a quantidade de sobreviventes que cooperam e não cooperam foi equilibrada. Esse resultado pode indicar que a cooperação é possível em mercados competitivos intensivos em tecnologia, principalmente quando existe heterogeneidade de empresas competindo e número equilibrado de competidores. Essas evidências corroboram Axelrod (2010) que propõe que a cooperação pode ser encontrada sob circunstâncias adequadas, mesmo entre adversários ou, neste caso, competidores. Foi verificado também que os agentes, para alcançar seus objetivos individuais (acúmulo de recursos disponíveis no ambiente), valem-se, de fato, na possibilidade de recorrer ao apoio de outros, neste caso através da cooperação, conforme proposto por Conte e Sichman (1995).

A cooperação não emergiu somente nos mercados onde a diferenciação entre as empresas em termos de eficiência e recursos internos foi menor e o número de competidores existentes foi grande ou muito grande. Essas evidências corroboram de certa forma o proposto por Doz e Hamel (2000), uma vez que, em um mercado acirrado e com dificuldade em termos de obtenção de novos recursos, dada a alta competição, pode surgir incompatibilidades de objetivos que fragilizam a base de cooperação necessária para que as empresas complementem suas competências no desenvolvimento e na exploração das oportunidades de mercado.

O acúmulo de recursos ao longo do tempo, realizado através da apropriação das oportunidades existentes no mercado e da formação de alianças, parece apontar que o perfil que representa a teoria de *shareholders* é mais eficiente que o perfil que representa a teoria de *stakeholders*. Na maioria dos cenários simulados e analisados, o modelo de representação dos *shareholders* se apresentou mais eficiente em termos de acúmulo de recursos. Essas evidências corroboram o proposto por Jensen (2001) de que existe contradição entre a teoria de *stakeholders* e a maximização do lucro.

10. LIMITAÇÕES E PESQUISAS FUTURAS

Este trabalho de SBA parece revelar que a cooperação pode existir em situações de menor competição. Em situações onde há o acirramento da competição, a cooperação emerge inspidamente ou não emerge. A mudança de comportamento nestas situações extremas, como a eminência de morte, não foi modelada

e testada. A modelagem desta regra de comportamento poderia suportar análises sobre questões ligadas à emergência da cooperação também em situações muito extremas de competição, como apresentado por Axelrod (2010) no capítulo de seu livro que trata de casos sobre cooperação entre adversários nas frentes de batalha durante a 2ª Guerra Mundial.

O modelo desenvolvido possui apenas duas possibilidades com relação à cooperação: possuidor de histórico de cooperação ou possuidor de histórico de não cooperação. Faixas intermediárias, nas quais tal histórico não funciona de maneira determinística e é influenciado por outras variáveis como recursos em jogo na interação, disposição para assumir risco, entre outros, não foram modeladas e testadas. Os agentes possuem acesso irrestrito ao histórico de cooperação de todos os demais a cada ciclo de simulação. Os problemas de acesso à informação de uma empresa sobre as demais, comum no ambiente empresarial, também não foram modelados.

O modelo proposto de agentes com perfil maximizador para representar a teoria de *shareholders* pode ser entendido como uma radicalização da conduta de maximização dos lucros. Neste estudo, os agentes com perfil maximizador nunca cooperam. Essa conduta pode não ser verdadeira em situações reais, onde colaborar em alianças formadas pode promover maximização de lucros.

Um modelo de simulação com maior aderência às teorias que lidam com a racionalidade limitada pode promover limitação do acesso de um agente ao histórico de cooperação de seu vizinho imediato na formação de alianças entre empresas. A utilização da rede de relacionamentos do agente com parceiros de interações passadas que cooperam para ter conhecimento da conduta de oponentes pode revelar informações importantes sobre comunicação no mercado modelado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AREND, R. J. Reputation for cooperation: contingent benefits in alliance activity. **Strategic Management Journal**, USA, v. 30, [S. n.], p. 371-385, jan. 2009.
- AXELROD, R. **A evolução da cooperação**. São Paulo: Leopardo Editora, 2010.
- BARNEY, J. Firm resources and sustained competitive advantage. **Journal of Management**, USA, v. 17, n. 1, p. 99-120, 1991.
- BITEKTINE, A. Toward a theory of social judgments of organizations: the case of legitimacy, reputation, and status. **Academy of Management Review**, Montreal, v. 36, n. 1, p. 151-179, jan. 2011.
- BOAVENTURA, J. M. G. et al. Teoria dos stakeholders e teoria da firma: um estudo sobre a hierarquização das funções-objetivo em empresas brasileiras, **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, São Paulo, v. 11, n. 32, p. 289-307, jul./set. 2009.
- BONABEAU, E. Agent-based modeling: methods and techniques for simulating human systems. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, USA, v. 99, n. 3, p. 7280-7287, may 2002.
- BRONZO, M.; HONÓRIO, L. O institucionalismo e a abordagem das interações estratégicas da firma. **RAE-eletrônica**, São Paulo, v. 4, n. 1, art. 5, jan./jul. 2005.
- CONTE, R. SICHMAN, J. S. DEPNET: how to benefit from social dependence, **Journal of Mathematical Sociology**, UK, v. 20 n. 2-3, p. 161-177, 1995.
- CUNHA, C. R.; MELO, M. C. O. L. A confiança nos relacionamentos interorganizacionais: o campo da biotecnologia em análise. **RAE-eletrônica**, São Paulo, v. 5, n. 2, art. 18, jul./dez. 2006.
- DIMAGGIO, P. J.; POWELL, W. W. The Iron Cage Revisited: Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields. **American Sociological Review**, USA, v. 48, n. 2, p. 147-160, apr. 1983.
- DIAS, L. J. C.; PINHEIRO, P. V. P.; FRANCO, R. Y. S. **Algoritmo genético com interação social n-pessoas**. 2010. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) – Curso de Bacharelado em Ciência da Computação, Centro Universitário do Estado do Pará, Belém, 2010.

- Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/47013111/ALGORITMO-GENETICO-COM-INTERACAO-SOCIAL-N-PESSOAS-NpSIGA>>. Acesso em: 27 jun. 2011.
- DOZ, Y. L.; HAMEL, G. **A vantagem das alianças: a arte de criar valor através de parcerias**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2000.
- EPSTEIN, J. M. Agent-based computational models and generative social science. **Complexity**, USA, v. 4, n. 5, p. 41-60, may 1999.
- EPSTEIN, J. M.; AXTELL, R. **Growing artificial societies: social science from bottom up**. Washington/D.C.: The Brookings Institution, 1996.
- ERIKSSON, A.; LINDGREN, K. Cooperation driven by mutations in multi-person prisoner's dilemma. **Journal of Theoretical Biology**, USA, v. 232, n. 3, p. 399-409, 2005.
- FREEMAN, R. E. The politics of stakeholder theory: some future directions. **Business Ethics Quarterly**, USA, v. 4, n. 4, p. 409-421, 1994.
- GILBERT, N. **Agent-based Model**. USA: Sage Publications, 2008.
- GOTTS, N. M.; POLHILL, J. G.; LAW, A. N. R. Agent-based simulation in the study of social dilemmas. **Artificial Intelligence Review**, Netherlands, v. 19, n. 1, p. 3-92, mar. 2003.
- GULATI, R.; NOHRIA, N. ZAHEER. Strategic networks. **Strategic Management Journal**, USA, v. 21, n. 3, p. 203-215, mar. 2000.
- HART, S. L.; MILSTEIN, M. B. Creating sustainable value. **Academy of Management Executive**, v. 17, n. 2, p. 56-69, may 2003.
- JENSEN, M. C. Value maximization, stakeholder theory, and the corporate objective function, **European Financial Management**, v. 7, n. 3, p. 297-317, sep. 2001.
- MACAL, C. M.; NORTH, M. J. Tutorial on agent-based modeling and simulation. In: PROCEEDINGS OF THE 2005 WINTER SIMULATION CONFERENCE, 2005, Flórida, **Winter Simulation Conference...** 2005. Disponível em: <<http://www.kent.ac.uk/secl/philosophy/jw/reasoning/2009/Macal%20North%2005%20-%20Tutorial%20on%20agent-based%20modelling%20and%20simulation.pdf>>. Acesso em: 03 mar. 2011.
- MANHART, K.; DIEKMANN, A. Cooperation in 2- and n-person prisoner's dilemma games: a simulation study. **Analyse & Kritik**, v. 11, n. 2, p. 134-153, nov. 1989.
- OHDAIRA, T. TERANO, T. Cooperation in the prisoner's dilemma game based on the second-best decision. **Journal of Artificial Societies and Social Simulation**, UK, v. 12, n. 4, oct. 2009. Disponível em: <<http://jasss.soc.surrey.ac.uk/12/4/7.html>>. Acesso em: 27 jun. 2011.
- PINTO, A.; OSÓRIO, F.; MUSSE, S. Estudo do comportamento de sociedades de agentes virtuais baseados na teoria dos jogos e em modelos de reputação, **Hifen**, Uruguaiana, v. 32, n. 62, p. 115-122, jul./dez. 2008.
- PORTER, M. E. **The competitive advantage of nations**. New York: The Free Press, 1990.
- PRADO, E. F. S. Dilema do prisioneiro e dinâmicas evolucionárias, **Est. Econ.**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 249-266, abr./jun. 1999.
- ROSENSCHEIN, S. J.; KAELBLING, L. P. A situated view of representation and control. **Artificial Intelligence**, USA, v. 73, n. 1-2, p. 149-173, feb. 1995.
- SAKURADA, N.; MIYAKE, D. I. Simulação baseada em agentes (SBA) para modelagem de sistema de operações. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 12., 2009, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SIMPOI, 2009.
- SAMUELSON, D.A.; MACAL, C.M. Agent-based simulation comes of age: software opens up many new areas of application. **OR/MS Today Magazine**, aug. 2006. Disponível em: <<http://www.lionhrtpub.com/orms/orms-8-06/agent.html>>. Acesso em: 03 mar. 2011.

SHOHAM, Y. Agent-oriented programming. **Artificial Intelligence**, USA, v. 60, n. 1, p. 51-92, mar. 1993.

SICHMAN, J. S. DEPINT: dependence-based coalition formation in an open multi-agent scenario, **Journal of Artificial Societies and Social Simulation**, UK, v. 1, n. 2, mar. 1998. Disponível em: <<http://jasss.soc.surrey.ac.uk/1/2/3.html>>. Acesso em: 17 jun. 2011.

SIMON, H. A. Bounded rationality and organizational learning. **Organization Science**, USA, v. 2, n. 1, p. 125-134, feb. 1991.

SMITH, M. J.; GOODCHILD, M. F.; LONGLEY, P. A. **Geospatial analysis: a comprehensive guide to principles, techniques and software tools**. England: Troubador Publishing Ltd., 2007.

TEECE, D. J.; PISANO, G.; SHUEN, A. Dynamic Capabilities and Strategic Management. **Strategic Management Journal**, USA, v. 18, n. 7, p. 509-533, aug. 1997.

UHRMACHER, A. M. Object-Oriented, Agent-Oriented Simulation: Implications for Social Science Applications. In: DORAN, J. et al. (Org.). **Social science micro simulation: a challenge for computer science**. Berlin: Springer Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, 1996.