

UTILIZAÇÃO DE ALGORITMOS GENÉTICOS NA ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DE MPES E SEUS FORNECEDORES

USE OF GENETIC ALGORITHMS IN THE ANALYSIS OF THE EVOLUTION OF STRATEGIES OF SMES AND THEIR SUPPLIERS

USO DE ALGORITMOS GENÉTICOS EN EL ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE MPES Y SUS PROVEEDORES

Paulo Eduardo Andrade Patrício, ESP

Banco do Nordeste do Brasil/Brazil

paulo_patricio@uol.com.br

Samuel Façanha Câmara, Dr.

Universidade Estadual do Ceará/Brazil

sfcamara2000@gmail.com

Elias Pereira Lopes Júnior, Dr.

Universidade Federal do Cariri /Brazil

eliasjunior08@gmail.com

RESUMO

Um dos campos mais férteis no estudo das estratégias é a Teoria dos Jogos, a qual visa capturar o comportamento dos indivíduos em situações estratégicas. Este trabalho se propõe a analisar a evolução das estratégias de ofertantes e tomadores de crédito através da proposição de dois jogos simultâneos e reflexivos, realizando simulações computacionais. Dois jogos foram realizados simultaneamente, cujos resultados de um influenciarão os *pay-offs* do outro. Após 400 gerações ainda não ocorreu um equilíbrio, assim, acredita-se que isso se deve à complexa interação entre os dois grupos de atores e não é vista pelos autores como um revés da pesquisa, considerando que os dados sobre a evolução das estratégias é terreno fértil para análises valiosas sobre a interação dos atores deste estudo. As conclusões mostram o potencial das técnicas para a análise e o entendimento do comportamento estratégico das MPEs na sua relação com fornecedores de grande porte.

Palavras-chave: Algoritmos Genéticos; Teoria dos Jogos; Estratégia.

ABSTRACT

One field of the most fertile in the study of the strategies is the Theory of Games, which aims to capture the behavior of individuals in strategic situations. This paper aims to analyze the evolution of strategies of suppliers and borrowers credit by proposing two simultaneous and reflective games, making, for both, computational simulations. Two games were held simultaneously, where the results of an influence the pay-offs of each other. After 400 generations, it's believed that this is due to the complex interaction between the two groups of actors and is not seen as a setback by the authors of the study, whereas data on the evolution of strategies is fertile ground for valuable analysis on the interaction of actors in this study. The conclusions show the potential of techniques for analyzing and understanding the strategic behavior of SMCs in their relationship with suppliers of large companies.

Keywords: Genetic Algorithms; Game Theory; Strategy.

RESUMEN

Uno de los campos más fértiles en el estudio de las estrategias es la Teoría de los Juegos, que pretende capturar el comportamiento de los individuos en situaciones estratégicas. Este trabajo se propone analizar la evolución de las estrategias de oferentes y tomadores de crédito por medio de la proposición de dos juegos simultáneos y reflexivos, realizando simulaciones computacionales. Dos juegos se realicen simultáneamente, donde los resultados de uno influenciarán los *pay-offs* del otro. Después de 400 generaciones, se cree que esto se debe a la compleja interacción entre los dos grupos de actores y no es vista por los autores como un revés de la investigación, considerando que los datos sobre la evolución de las estrategias son terreno fértil para análisis



valiosos sobre la interacción de los actores de este estudio. Las conclusiones muestran el potencial de las técnicas para el análisis y el entendimiento del comportamiento estratégico de las MPEs en su relación con proveedores de gran porte.

Palabras clave: Algoritmos Genéticos; Teoría de los Juegos; Estrategia

1 INTRODUÇÃO

A Teoria dos Jogos, que pode ser aplicada em diversos contextos, é o ramo da matemática que visa capturar o comportamento dos indivíduos em situações estratégicas, no qual o sucesso da decisão de um participante, normalmente referido como jogador, depende das decisões tomadas pelos demais participantes (ZHENG, 2016). Um dos pressupostos da Teoria dos Jogos é a racionalidade dos indivíduos, visto que os mesmos devem procurar maximizar seus *pay-offs* (que é um termo bastante utilizado em Economia, Negócios e na Teoria dos Jogos, significando a recompensa ou compensação, podendo esta ser monetária ou em termos de utilidade) por meio da racionalização de qual das estratégias que estão disponíveis para ele trará o melhor resultado quando combinada com as decisões dos demais jogadores sobre as estratégias disponíveis para eles (PONTES, 2018).

Simultaneamente, a Teoria dos Jogos assume a racionalidade e constância de atores ocultos que reagirão à combinação das estratégias escolhidas pelos jogadores gerando os *pay-offs* dos jogos. No entanto, os estudos de Kahneman e Tversky (1974, 1979) encontraram considerável divergência entre os modelos da racionalidade econômica prescrita com o comportamento observado na tomada de decisão em situações de incerteza e risco. Paralelamente, para Mintzberg (1992), as estratégias podem ser não intencionais, mas emergentes. Neste caso, estratégia é um padrão de comportamento ou ações, então, seria consistência no comportamento, seja ele intencional ou não.

Técnicas de Programação evolutiva (EP – *Evolutionary programming*) vêm sendo usadas tanto em problemas econômicos complexos como na Teoria dos Jogos (BASU, 2017). Estas técnicas exploram uma gama de soluções possíveis, escolhendo uma ou várias como ótimas. As soluções ótimas então se reproduzem, substituindo as de desempenho inferior.

A teoria dos jogos evolutiva advém da utilização destes métodos de programação e se mostrou eficaz em prever o comportamento mesmo em situações onde a racionalidade não era esperada, como o comportamento de populações de animais (NEWTON, 2018). Outra característica da teoria dos jogos evolutiva em contraste com a teoria dos jogos clássica é a ênfase na evolução do comportamento estratégico e não apenas no equilíbrio.

Este trabalho se propõe a analisar a evolução das estratégias de ofertantes (bancos) e tomadores (micro e pequenas empresas) de crédito através da proposição de dois jogos simultâneos e reflexivos, sendo que no primeiro os jogadores são os ofertantes de crédito, e no segundo os jogadores são os tomadores de crédito. Os *pay-outs* para cada combinação de estratégias não serão fixos, mas refletirão as escolhas feitas pelos jogadores do outro jogo. As perguntas de partida são:

- a) O comportamento de um micro ou pequeno empresário afeta o comportamento de seus pares?
- b) O comportamento da população de micro e pequenos empresários afeta o comportamento de seus fornecedores?
- c) O comportamento de um fornecedor afeta o comportamento de outro fornecedor?

Em 2017, no Brasil, a taxa total de empreendedorismo foi de 36,4%, o que significa que de cada 100 brasileiros adultos (18 – 64 anos), 36 deles estavam conduzindo alguma atividade empreendedora, representando quase 50 milhões de brasileiros (GEM, 2017). Contudo, o Brasil atingiu o menor número de empresas empreendedoras (empresas com pelo menos 10 empregados assalariados) em 2017, apenas 20.306. No início da série, em 2008, havia 30.954 e no auge, em 2012, esses empreendimentos somavam 35.206 (PEGN, 2019).

Este estudo pode trazer um *insight* sobre os motivos do comportamento de micro e pequenos empresários, assim como da dinâmica do comportamento de uma população que está basicamente competindo pelos mesmos recursos, mas que pode se beneficiar de comportamentos simbióticos, mesmo que inconscientes e não intencionais. Ao mesmo tempo, a identificação de estratégias ótimas para diferentes cenários pode auxiliar a novos empresários a escolherem estratégias mais vantajosas e, com isso, diminuir o elevado índice de mortalidade de empresas. Finalmente, a identificação de fatores que geram equilíbrios sub-ótimos pode servir de insumo para políticas públicas ou ações de entidades de classe para reverter a situação.

2.1 Teoria dos Jogos

De acordo com o *Oxford English Dictionary Online*, a palavra estratégia possui origem militar e refere-se a um plano de ação com vista a alcançar um objetivo particular de longo prazo. Para Mintzberg (1992), o conceito de estratégia é usado implicitamente de maneiras diferentes, mesmo que exista apenas uma definição tradicional. Para o autor, o reconhecimento explícito de múltiplas definições pode ajudar a ter uma visão mais ampla. Contudo, conforme Nag, Hambrick e Chen (2007), a fraqueza aparente da definição de estratégia parece ser sua força. Seus limites amorfos e o pluralismo inerente agem como um terreno comum para os estudiosos prosperarem como uma comunidade, sem serem limitados por uma camisa de força teórica ou metodológica dominante. A estratégia atua como uma entidade intermediária intelectual, que prospera ao permitir a busca simultânea de várias orientações de pesquisa por membros provenientes de uma ampla variedade de regimes disciplinares e filosóficos (NAG; HAMBRICK; CHEN, 2007).

É no contexto de estratégia como padrão de comportamento que a Teoria dos Jogos tem seu campo de estudo, procurando capturar matematicamente o comportamento em situações estratégicas, no qual o sucesso da decisão de um participante, normalmente referido como jogador, depende das decisões tomadas pelos demais participantes. Conforme Azevedo e Carvalho (2011), A Teoria dos Jogos e a Administração Estratégica estão alinhadas em muitos aspectos, pois ambas se aplicam na análise de situações onde existem conflitos de interesse entre instituições distintas que visam o sucesso. Então, o melhor uso da Teoria dos Jogos está na tentativa de antecipação dos movimentos de outros atores do mercado quando estes agem de forma consciente ou quando existe um padrão de comportamento já pré-estabelecido (AZEVEDO; CARVALHO, 2011).

Partindo do pressuposto de que os tomadores de decisão agem racionalmente na busca de seus objetivos, a Teoria dos Jogos leva em conta as capacidades, os conhecimentos e as expectativas dos diversos jogadores para criar representações abstratas de uma extensa classe de situações reais (Mendes & Constantino, 2019). Harsanyi (1980) define ação racional na vida rotineira como um comportamento através do qual as pessoas escolhem os melhores meios acessíveis para alcançar um objetivo definido.

Para Simon (1955), que é conhecido pelos economistas pela teoria da racionalidade limitada, esta é a ideia de que, na tomada de decisões, a racionalidade dos indivíduos é limitada pela informação que eles têm,

pelas limitações cognitivas de suas mentes e pelo finito tempo necessário para tomar uma decisão. A racionalidade, nesse sentido, desempenha um papel crucial na análise dos jogos. De fato, os fundamentos padrão de muitos conceitos de solução exigem não apenas que cada jogador seja racional, mas também que acredite que seus oponentes são racionais, que seus oponentes acreditam que seus oponentes são racionais, e assim por diante (BJORND AHL; HALPERN; PASS, 2017). De acordo com Towfigh (2016), não há nada errado em ceder ao comportamento interessado – pelo menos às vezes – e certamente não há nada errado com a concorrência.

Tradicionalmente, a Teoria dos Jogos busca encontrar um equilíbrio para os problemas propostos, normalmente referidos como jogos. O equilíbrio se dá quando os jogadores adotam estratégias que dificilmente serão alteradas. Um dos pressupostos da Teoria dos Jogos é a racionalidade dos jogadores, visto que eles procurarão maximizar seus *pay-offs*, combinando suas estratégias com as disponíveis dos demais jogadores. Para Kahneman (2003), existe uma diferença clara entre prescrição e descrição, cujos estudos econômicos forneceram grande contribuição em prescrever como os atores deveriam agir, mas cometeram a falha de acreditar que os mesmos agiam de acordo com o prescrito.

Uma explicação simples questiona a suposição de que os sujeitos são neutros ao risco, embora sejam esperados maximizadores de dinheiro. Embora o equilíbrio em estratégias puras seja insensível às atitudes dos jogadores em relação ao risco, a aversão ao risco pode explicar os desvios do equilíbrio exclusivo da estratégia mista em jogos de centavos de correspondência generalizada. Uma dimensão diferente do processo de decisão lida com a possibilidade de os sujeitos nos experimentos exibirem ambiguidade no sentido de que não podem atribuir probabilidades aos possíveis resultados da variável aleatória que descreve a escolha do oponente (COSTA-GOMES, 2010).

A premissa da racionalidade, junto à simplificação dos modelos, representa a maior limitação envolvida na aplicação da Teoria dos Jogos à estratégia de negócios, contudo, não se caracteriza um impedimento à sua utilização. A contribuição mais importante da Teoria dos Jogos é aquela que se refere ao seu principal propósito: uma apresentação de uma maneira para se pensar no futuro. No caso de empresas, elas podem ser usadas não apenas para antecipar para onde suas ações as levarão, mas também é possível se programar para tomar decisões favoráveis à construção de um futuro desejado (AZEVEDO; CARVALHO, 2011).

A apresentação gráfica padrão de um jogo é feita através de uma tabela, onde as estratégias de cada jogador são mostradas em um eixo e os *pay-offs* mostrados nas células de intercessão, conforme Figura 1. Esta apresentação facilita a compreensão do jogo especificado, mas limita situações onde há interação de dois jogadores. Na forma matemática, os jogos podem ser representados por uma função que associe os *pay-offs* de cada jogador com as combinações possíveis de estratégias.

A Figura 1 retrata um exemplo muito famoso relacionado à Teoria dos Jogos: O Dilema dos Prisioneiros, que é um problema de soma não nula. Neste caso, cada jogador tenta tomar a melhor decisão para que obtenha a maior vantagem possível, independente da estratégia adotada pelo outro jogador. O caso trata de dois suspeitos, A e B, que foram presos pela polícia, que tem provas insuficientes para os condenar. Então, a polícia separou os dois prisioneiros e ofereceu a ambos o mesmo acordo: caso um dos prisioneiros confesse o crime e testemunhe contra o comparsa, e se o outro prisioneiro se mantiver em silêncio, o prisioneiro que confessou sai impune enquanto o outro teria que cumprir 10 anos de prisão. Se ambos ficarem em silêncio, cada um seria condenado a 6 meses de cadeia. Se ambos traírem o comparsa, cada um leva 5 anos de cadeia (ZHENG, 2016).

Figura 1 - Jogo do Dilema dos Prisioneiros

		Jogador 1	
		Confessar	Negar
Jogador 2	Confessar	-5, -5	0, -10
	Negar	-10, 0	-0,5, -0,5

Fonte: Zheng (2016).

Por outro lado, os estudos de Kahneman e Tversky (1974, 1979) encontraram considerável divergência entre os modelos da racionalidade econômica prescrita com o comportamento observado na tomada de decisão em situações de incerteza e risco. Os estudos dos autores mostraram uma série de vieses e falhas cognitivas que afetavam a tomada de decisão e levavam a tomadas de decisão qualificadas como não racionais. Neste ponto, a Teoria dos Jogos apresenta duas fraquezas, a primeira é o pressuposto de que os jogadores atuem totalmente dentro da racionalidade prescrita, esta fraqueza, quando relevante ao problema, pode ser solucionada através da utilização da teoria dos jogos evolutiva, que através da utilização de métodos de programação evolutiva se mostrou eficaz em prever o comportamento de jogadores em situações onde a racionalidade não era esperada (MAYNARD; PRICE, 1973), podendo ser utilizada, então, sem a pressuposição deste fato.

A segunda fraqueza se apresenta em jogos onde os *pay-offs* dependem da reação de um grupo de atores diferentes dos jogadores. Como estes atores não fazem parte do grupo estudado, é assumido que estes agirão de forma racional e constante. Para melhor ilustrar esta fraqueza tomemos como exemplo o jogo das casas noturnas, as quais possuem três estratégias de preços (\$5, \$10 e \$15). Em uma determinada noite há mil moradores da cidade e mil turistas que irão para uma casa noturna, os turistas se dividirão igualmente entre os dois estabelecimentos, enquanto os moradores irão se dividir igualmente entre as casas noturnas apenas se as duas apresentarem o mesmo preço, caso uma apresente preço mais baixo, todos irão para este estabelecimento. De forma gráfica, o jogo se apresenta conforme a Figura 2.

Figura 2 - Jogo das Casas Noturnas

		Jogador 1		
		\$5	\$10	\$15
Jogador 2	\$5	(5.000; 5.000)	(7.500; 5.000)	(7.500; 7.500)
	\$10	(5.000; 7.500)	(10.000; 10.000)	(15.000; 7.500)
	\$15	(7.500; 7.500)	(7.500; 15.000)	(15.000; 15.000)

Fonte: própria pesquisa

Nota-se que neste jogo a preocupação é focada no comportamento estratégico dos administradores das casas noturnas, se as duas casas decidissem apresentar um preço de \$15, ambas teriam o maior faturamento oferecido pelo jogo (\$15.000), porém se uma decidisse apresentar o maior preço e a outra oferecesse um preço de \$10, a primeira ficaria em desvantagem (lucro de \$7.500) em relação à segunda (lucro de \$15.000). No entanto, os *pay-offs* dependem da reação de dois grupos diferentes de público, os turistas e os moradores, para os

quais é assumido (1) um comportamento racional e (2) um comportamento constante. No caso dos turistas, o fato de eles se dividirem igualmente entre as duas casas noturnas, independente do preço, não demonstra um comportamento irracional, apenas um comportamento lógico na ausência de informação para tomada de decisão. Já para os moradores, por terem acesso à informação dos preços das casas noturnas, escolher a casa noturna que oferece o preço mais barato seria o comportamento racional. O fato de sempre se comportarem da mesma forma é fruto da racionalidade esperada dos atores (ZHENG, 2016).

Percebe-se, no entanto, que estas regras são baseadas na racionalidade prescrita e desconsideram os vieses apontados pelas finanças comportamentais, entre eles o conceito de *fairness* (justiça) (TORGA et al., 2018), onde os moradores poderiam, por conhecerem preços anteriores, achar injusto até o menor preço de uma determinada data e boicotar as casas noturnas, ficando em casa.

2.2 Programação Evolutiva e Algoritmo Genético

A Programação Evolutiva foi desenvolvida por Lawrence J. Fogel, em 1960. Naquela época a inteligência artificial estava concentrada principalmente na busca por heurísticas e simulação de redes neurais. Para Fogel, estava claro que essas abordagens eram limitadas pelo fato de modelar os humanos ao invés de modelar a essência maior que produz a evolução das criaturas (PILA, 2006). A Programação Evolutiva utiliza a análise dos *pay-offs* de uma população de estratégias, ou combinação de estratégias, para verificar quais são as mais aptas e as menos aptas. A cada geração da simulação, as estratégias menos aptas morrem, sendo substituídas por estratégias descendentes das mais aptas.

O uso dos métodos nos moldes que os levaram a ser chamados de algoritmos genéticos surgiu na década de 60. Esses métodos foram desenvolvidos por John Holland e seu grupo de estudos na Universidade de Michigan, e sua publicação “Adaptação em Sistemas Naturais e Artificiais” lhe rendeu o título de criador dos Algoritmos Genéticos (PILA, 2006). A primeira aplicação de Algoritmos Genéticos a um problema de otimização matemática foi desenvolvida por Hollstien (1971), a qual consistia na otimização de funções de duas variáveis com objetivo de realizar o controle de um modelo de engenharia que possuísse realimentação (Pila, 2006).

Esses algoritmos fundamentam-se nas leis de evolução natural propostas por Charles Darwin e são utilizados na resolução de problemas de otimização, que comumente requerem uma procura dentre uma gama de possíveis soluções (MITCHELL; TAYLOR, 1999). As possíveis respostas geradas para o problema de otimização são vistas como indivíduos que são concorrentes entre si e têm como objetivo principal sua reprodução.

O Algoritmo Genético expressa uma solução como uma cadeia de símbolos (usualmente 0s e 1s) de tamanho fixo, da mesma forma que o DNA codifica as características de um indivíduo. É necessária a existência de uma função de aptidão (*fitness function*) que mapeie a cadeia em uma forma útil, podendo representar, por exemplo (Camponogara, 2005):

- a) Um vetor com as variáveis de uma função f que se deseja minimizar; ou
- b) Uma estratégia para competir em um jogo.

2.3 Formação de Preços e a Assimetria de Informações

O preço é o valor que os consumidores trocam pelo benefício de adquirirem ou usarem um produto ou serviço. Este valor oferecido aos consumidores, além de ser determinado levando-se em consideração as condições de mercado, também tem que levar em conta as estratégias empresariais instituídas para o alcance dos objetivos de longo prazo (NASCIMENTO, 2019). Portanto, as decisões sobre o valor dos preços a serem cobrados são estratégicas para a empresa, pois são de extrema importância para a prosperidade e continuidade de qualquer empresa, mas para isso é necessário basear-se em informações precisas (SIMON; FASSNACHT, 2019).

A formulação de preços também envolve vários outros aspectos, por exemplo, nos momentos em que a empresa se encontra em uma situação favorável para promover aumentos de preços em virtude de pressões da demanda, porém sua decisão pode ser optar por não fazê-lo, já que esta medida levaria à perda de fatias de mercado para a concorrência (CRAWFORD; PAVANINI; SCHIVARDI, 2018). Deste modo, as empresas podem adotar estratégias de proteção ou expansão através da sua política de preços, bastando, para isso, alterar sua lucratividade e seu grau de competitividade, já que o método de precificação utilizado pela empresa afeta tanto a lucratividade quanto a competitividade (ESFAHANI, 2019).

Eichner (1985) alerta para o fato de que os lucros representam a principal fonte de financiamento dos investimentos, corroborando com a importância da elaboração dos preços estabelecidos pelas empresas. Assim, os empresários, através de sua percepção quanto às oportunidades de crescimento, escolhem entre obter uma maior lucratividade a curto prazo ou ficar com uma fatia maior do mercado. Para Vasconcellos e Avila (2009, p. 14), a relevância da utilização das informações de custos na busca pelo sucesso da formação de preços parece ser comprovada ao se identificar uma relação positiva significativa entre a intensidade do uso dessas informações e o nível de alcance dos objetivos corporativos. Por isso, Toni e outros (2007) ressaltam a importância de se integrar áreas funcionais como as de marketing e de finanças e controladoria no que se refere a uma melhor compreensão sobre o mercado de atuação da empresa, tendo como fim a formulação de preços.

Conforme Toni e outros (2007), os fatores determinantes da escolha do preço são baseados em condições internas e externas à organização. Tendo em vista que o volume de informações está cada vez maior e mais consistentes, o preço pode ser baseado na natureza e no potencial de relacionamento com o cliente, e não somente nos custos inerentes à oferta. Souza e outros (2005) e Souza (2006) chegaram à conclusão, através de seus estudos, que muitas empresas determinam seus preços baseando-se na intuição, em paradigmas vigentes e na experiência de seus gestores. Portanto, a informação é vital para a formação do preço, porém obter informações corretas e confiáveis não é uma tarefa das mais simples, o que origina a assimetria de informações, podendo influenciar e ser influenciada pelas empresas e indivíduos (STIGLITZ, 2000).

O conceito de assimetria da informação ocorre quando uma das partes na transação conhece ou sabe de um fato material relevante que a outra parte desconhece. É uma situação na qual diversos agentes possuem diferentes informações (ABIB; DOLCI, 2009). A assimetria de informação descreve o fenômeno segundo o qual alguns agentes econômicos têm mais informação do que sua contrapartida, moldando um cenário incerto e inseguro (BERTOLIN et al., 2008). Portanto, aquele agente que possui informação privilegiada tende a tomar suas decisões baseados nestes dados e, com isso, obterá vantagem em relação àquele que não as possui.

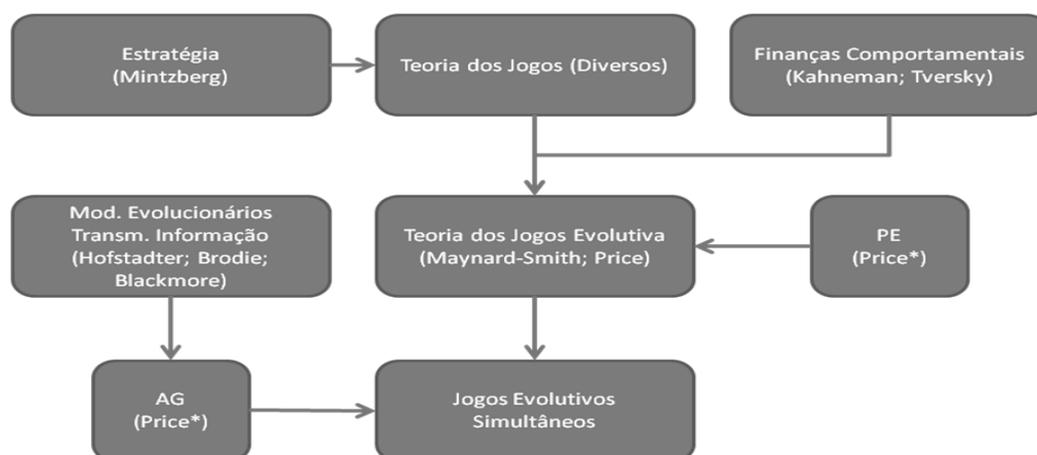
A assimetria de informação ocorre geralmente quando o vendedor de determinado produto conhece mais a respeito de sua qualidade do que o comprador, interferindo no preço e na demanda desse produto

(BONELLI, 2018). De forma similar, a assimetria de informação também ocorre no ambiente interno das empresas, pois, em muitos casos, os gerentes geralmente possuem mais informações quanto à verdadeira situação financeira e quanto ao resultado operacional em relação aos proprietários que não são assíduos na empresa (MESSIER; GLOVER; PRAWITT, 2016). Portanto, a assimetria de informação promove um conflito de interesses natural entre as partes, visto que ambas buscam maximizar seus próprios interesses, o vendedor tenta vender o produto/serviço pelo maior valor possível e os gerentes nem sempre tomarão decisões que estejam alinhadas aos interesses dos proprietários. Esse comportamento de vendedores e gestores afeta o preço de venda na medida em que eles tentam ofertar produtos/serviços com preços mais elevados para terem um retorno (comissão) maior.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

De acordo com a taxionomia proposta por Vergara (2004), esta pesquisa, quanto aos seus fins, classifica-se como descritiva e exploratória. Descritiva na medida em que a investigação busca descrever a evolução das estratégias dos jogadores, as características das estratégias ótimas que possam gerar populações evolucionariamente estáveis e a dinâmica da transmissão de informação em uma população. Classifica-se também como exploratória, visto a inexistência de hipóteses prévias. Quanto aos meios, este trabalho classifica-se como de laboratório, visto ser realizado através de simulações computacionais. Portanto, a Figura 3 mostra o esquema geral da pesquisa, a qual exhibe em cada etapa a abordagem utilizada, bem como a(s) respectiva(s) referência(s).

Figura 3 - Esquema geral do estudo



Fonte: própria pesquisa.

A estrutura dos jogos se dará de maneira que dois jogos serão realizados de forma simultânea e reflexiva, cujos resultados de um influenciarão os *pay-offs* do outro. O primeiro jogo é baseado na estrutura de competição entre dois bancos e a Figura 4 apresenta sua representação.

Figura 4 - Jogo 01 – Competição de dois bancos por clientes via taxa de juros

		<i>Banco 1</i>			
		T_{x11}	T_{x12}	...	T_{x1n}
<i>Banco 2</i>	T_{x21}	(x ₁₁ ; x ₂₁)	(x ₁₂ ; x ₂₁)	...	(x _{1n} ; x ₂₁)
	T_{x22}	(x ₁₁ ; x ₂₂)	(x ₁₂ ; x ₂₂)	...	(x _{1n} ; x ₂₂)

	T_{x2n}	(x ₁₁ ; x _{2n})	(x ₁₂ ; x _{2n})	...	(x _{1n} ; x _{2n})

Fonte: própria pesquisa.

As estratégias dos bancos consistem nas taxas de juros ofertadas, variando desde 0,0% até 12,7%, em intervalos de 0,1%, acima do custo do dinheiro, gerando 128 estratégias para cada jogador e 16.129 combinações possíveis de estratégias. Já para os empresários, o empréstimo é padrão, com quatro meses de prazo e valor de \$10 mil. Os *pay-offs* são dados pela quantidade de clientes conquistados multiplicado pela renda gerada pelos juros, subtraído pelo custo operacional do cliente, quantificado em \$50.

O segundo jogo é baseado em possíveis estratégias de dois clientes, que têm a opção de crédito oferecido pela mesma instituição (Figura 5). Caso pelo menos um aceite, a instituição manterá a taxa inalterada; caso ambos rejeitem, a taxa cairá. Aceitar o crédito representa alavancagem para os negócios e aumento de faturamento. Os *pay-offs* deste jogo podem ser descritos da seguinte forma (onde $a > b > c$):

1. **Pay-off a:** Para ambos os clientes, quando rejeitam a primeira oferta, neste caso a taxa de juros cai e o cliente aceita crédito pela taxa mais baixa;
2. **Pay-off b:** Para os clientes que aceitam a taxa inicial, quando ao menos um cliente aceita a taxa ofertada (mais elevada);
3. **Pay-off c:** Para os clientes que não aceitam a taxa inicial, quando ao menos um cliente aceita a taxa ofertada.

É interessante perceber que o jogo abaixo implicitamente aloca *pay-offs* para a instituição financeira, visto que a rejeição de ambos os clientes geraria zero negócio para o mesmo (*pay-offs* nulos ou negativos), forçando este a uma mudança de estratégia. No exemplo abaixo há duas estratégias com dois jogadores, gerando quatro combinações estratégicas possíveis. Considerando que para padrões evolutivos emergirem de simulações é necessária uma população maior, o jogo será ampliado para 100 jogadores, gerando $1,27 \times 1030$ combinações de estratégias possíveis.

Figura 5 - Jogo 02 – Clientes em relação à oferta de crédito

		<i>Cliente 1</i>	
		Aceita	Não aceita
<i>Cliente 2</i>	Aceita	(b; b)	(b; c)
	Não aceita	(c; b)	(a; a)

Fonte: própria pesquisa.

3.1 Interação entre os jogos

Percebe-se que os jogos acima implicitamente alocam *pay-offs* para a os atores que não são jogadores. No primeiro caso, a escolha da instituição com juros menor trará menor custo para os clientes e maior lucro. No segundo caso, a rejeição de ambos os clientes geraria zero negócio para a instituição financeira, causando *pay-offs* nulos ou negativos e forçando o mesmo a uma mudança de estratégia.

A realização simultânea e combinada dos dois jogos permitirá explicitar estes *pay-offs* implícitos, além de desobrigar o pressuposto de racionalidade destes atores internos. Desta forma, propomos rodar os dois jogos simultaneamente, onde para cada combinação de estratégia do jogo 01, seria realizado internamente o jogo 02 para definir o *pay-off* do mesmo. Como as decisões do jogo dois passarão a influenciar o *pay-off* do jogo 01, os resultados deste é que definirão se as instituições financeiras manterão suas taxas de juros, se elas serão reduzidas ou mesmo se serão elevadas.

3.2 Evoluções dos jogos

Nas duas subseções a seguir serão explicados e detalhados os processos evolutivos das estratégias dos dois jogos.

3.2.1 Evolução do jogo 01

O processo evolutivo do jogo 01 se dará através da análise de duas populações de 100 estratégias, uma para cada instituição. Desta forma, cada geração será composta por 100 estratégias do Banco 01 que competirão com 100 estratégias do Banco 02. Sendo selecionadas as 20 piores estratégias de cada instituição para serem descartadas e substituídas por novas estratégias. A estratégia que substituirá é descendente de duas estratégias selecionadas aleatoriamente entre as 20 melhores estratégias daquela instituição.

A aptidão de uma estratégia dos bancos é dada pelo lucro obtido, pela renda gerada pelo empréstimo na taxa de juros da estratégia menos o custo de operacionalização do cliente, multiplicada pela quantidade de clientes obtidos pela estratégia. A distribuição dos clientes para cada banco é feita de acordo com a estratégia do cliente:

- a) Caso a taxa de aceitação do cliente seja menor que a menor taxa dos dois bancos este cliente não pegará empréstimo e ficará fora da base de clientes de ambos os bancos;
- b) Caso a taxa de aceitação do cliente seja superior a menor taxa oferecida, porém inferior a maior taxa oferecida, este cliente fará parte da base de clientes do banco que ofereceu a menor taxa;
- c) Caso a taxa de aceitação do cliente seja superior às taxas pelos dois bancos o mesmo poderá ir para o banco que oferece tanto a maior como a menor taxa, sendo a distribuição dada por uma função aleatória, porém com as probabilidades sendo inversamente proporcionais à taxa de juros oferecida por cada banco, assim, o banco que oferece as menores taxas terá maior probabilidade de receber clientes.

3.2.2 Evolução do jogo 02

O processo evolutivo do jogo 02 pressupõe um menor nível de acesso às informações pelos administradores das micro e pequenas empresas. Cada geração será composta por 100 clientes com uma estratégia definida na forma de taxa de juros máxima aceita para contratar a operação de crédito. Os *pay-offs* de cada cliente seguem a descrição da Figura 4, sendo o melhor quantificado como 2, correspondendo a contratar a operação de crédito pela taxa mais baixa oferecida; o intermediário quantificado como 1, correspondendo a contratar a operação de crédito pela taxa mais alta e a pior estratégia, quantificada como 0, não contratar crédito.

Neste caso, porém, a comparação das melhores estratégias, sua sobrevivência, morte e procriação é feita em grupos de três a três clientes, caso a estratégia seja superior, melhor *pay-off* entre os três, a estratégia sobrevive, caso contrário, será substituída por descendente de estratégias superiores.

3.3 Equilíbrio

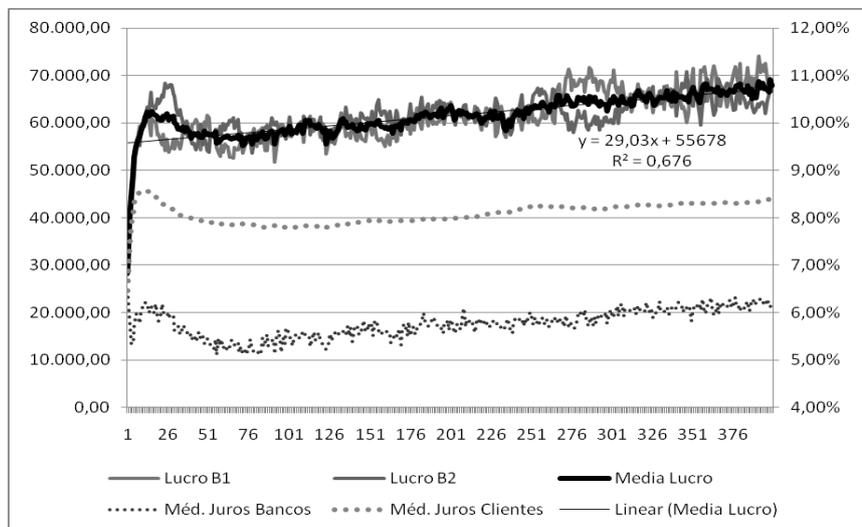
Por limitações computacionais, a simulação será considerada em equilíbrio e, conseqüentemente, será interrompida após 400 gerações, ou antecipada, caso sejam encontradas populações evolutivamente estáveis.

4 RESULTADOS

A análise dos resultados da simulação indica que, após 400 gerações, ela ainda não se encontrava em equilíbrio. Acredita-se que a ausência de equilíbrio se deve à complexa interação entre os dois grupos de atores (clientes x bancos; bancos x bancos; clientes x clientes). Desta forma, quando a força de uma interação começa a se diluir, a força de outra interação começa a predominar, desviando os resultados do equilíbrio que seria encontrado caso se analisasse apenas a primeira interação. Há ainda a questão da racionalidade dos atores, que acreditam que suas estratégias escolhidas são as únicas racionais, não conseguindo, assim, obter um resultado ótimo (MONTEIRO, 2008).

Para determinar a estabilidade da simulação, foi analisada a evolução das seguintes variáveis: taxa de juros oferecida pelos bancos (média das estratégias em cada geração), taxa de juros limite aceita pelos clientes (média das taxas individuais em cada geração); lucro dos bancos (média das estratégias em cada geração). Pode-se perceber (Figura 6) que tanto o lucro dos bancos como os juros médios oferecidos pelos bancos e os juros médios aceitos pelos clientes estão crescentes. Nota-se também que as variáveis acima mencionadas partem de valores mais baixos, atingindo rapidamente um primeiro pico entre a décima e a vigésima geração, quando passam a mostrar uma queda progressiva até aproximadamente a 75ª geração, a partir deste momento passando a crescer novamente.

Figura 6 - Lucro dos bancos; média das taxas de juros ofertadas pelos bancos e média das taxas de juros aceitas pelos clientes



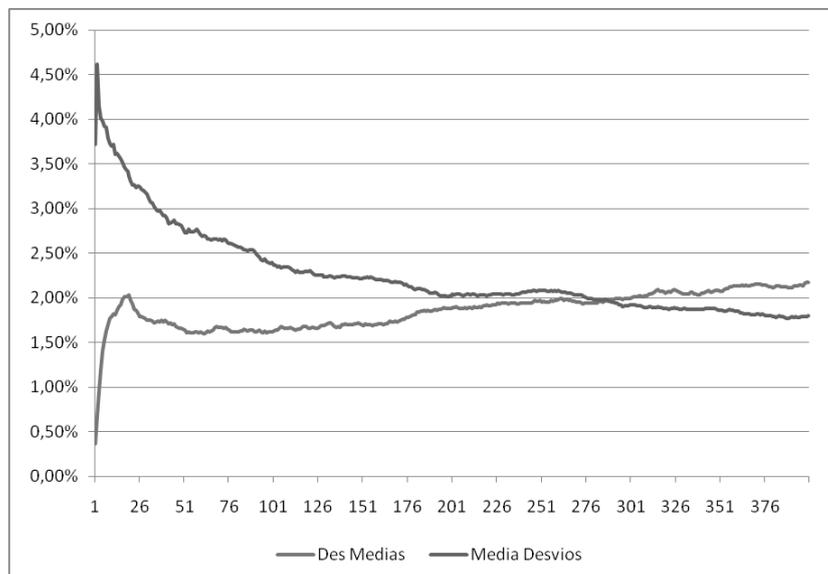
Fonte: própria pesquisa.

Outro ponto que se fez questão de acompanhar foi a evolução, geração a geração, da dispersão/coesão intra-populacional e entre populações. Para esta análise foi calculada a média e o desvio-padrão das taxas de juros dos clientes em cada população. Ao final do processamento de uma geração era calculada a média dos desvios-padrões e o desvio padrão das médias. A evolução das médias dos desvios-padrões determinaria se cada população estava se tornando mais assemelhada, ou seja, com uma menor dispersão, eliminando genes não aptos do *pool* genético. A evolução dos desvios-padrões das médias identificaria se cada população, sendo exposta a um ambiente diferente, definida por taxas de juros oferecidas diferentes, estava se diferenciando das outras.

Como pode ser observado na Figura 7, a média dos desvios atingiu um pico de 4,6 p.p. (pontos percentuais) logo na segunda geração, passando a cair progressivamente, o que indica que as populações tendem a se adaptar ao meio ao qual são expostas, eliminando do *pool* genético os genes menos aptos. Este fato pode demonstrar uma assimetria de forças, onde o ambiente, neste caso os bancos fornecedores de crédito, possui grande força na determinação das características das estratégias aptas dos clientes.

A Figura 7 demonstra que o desvio-padrão das médias cresce rapidamente até a 17ª geração, atingindo 2,0 p.p., passando a reduzir progressivamente entre a 18ª e 50ª geração e voltando a crescer a partir da 60ª geração. A primeira elevação pode ser explicada pelo processo de inicialização, gerado por uma distribuição normal, que tenderia a gerar uma menor dispersão ao redor da média. A partir da segunda geração o processo evolutivo se dá pela eliminação de estratégias menos aptas, na qual há uma maior concentração dessas estratégias no lado inferior à média, causando uma assimetria na distribuição e elevando o desvio-padrão.

Figura 7 - Evolução dos desvios-padrões das médias e das médias dos desvios-padrões das taxas de aceitação pelos clientes geração a geração



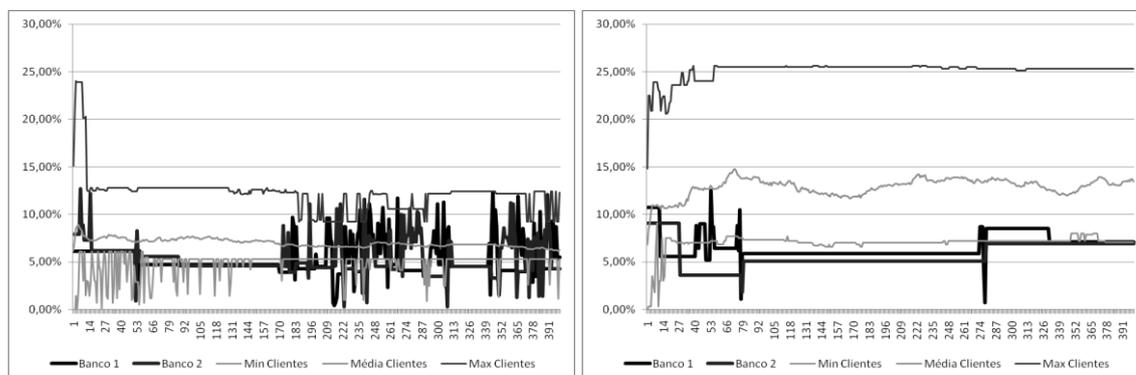
Fonte: própria pesquisa.

A redução progressiva desta variável, vista entre as gerações 18ª e 50ª, poderia indicar o efeito da concorrência, associado ao comportamento de rejeição dos clientes em relação a taxas mais elevadas, fazendo que as taxas ofertadas em diversas populações tendessem a convergir a um valor considerado aceitável por todas, no entanto, a inflexão da curva antes da 50ª geração e a conseqüente volta da elevação a partir da 60ª geração indicam que a combinação destes fatores perdeu rapidamente força.

Em relação à questão de como o comportamento de micro e pequenos empresários afetam o comportamento de outros micro e pequenos empresários, a análise dos dados indica, para a quantidade de gerações simuladas, dois resultados: i) o ambiente determina qual o comportamento se tornará influente e ii) atitudes, tomar ou não o empréstimo, são mais facilmente percebidas e possuem maior influência que estratégias tácitas do tipo a que taxa se decide tomar o empréstimo. Estas questões podem ser percebidas quando se comparam duas situações ambientais diferentes, concorrência por preço (taxa de juros) acirrada entre os bancos (Figura 8 – população 43) versus baixa concorrência de preços (Figura 9 – população 30).

Quando as taxas oferecidas entre os dois bancos têm diferenças pequenas, existem três possíveis situações: a) a taxa média de juros aceita pelos clientes não apresenta tendência de redução, b) a taxa mínima entre os indivíduos da população se eleva rapidamente e se posiciona frequentemente acima até da maior taxa de juros dos dois bancos e c) a taxa máxima da população muitas vezes não apresenta reduções. Nestas situações a atitude de contrair o empréstimo e ganhar alavancagem financeira se mostra a mais influente.

Figuras 8 e 9 - Evolução das taxas ofertadas pelos bancos 1 e 2 da taxa mínima e máxima de aceitação de empréstimo pelos clientes em uma determinada população e a média das taxas de aceitação dos clientes na população



Fonte: própria pesquisa.

Este fato se mostrou comum independente das taxas oferecidas serem acima da média ou abaixo da média. No primeiro caso, a taxa média aceita pelos clientes apresentava tendência de elevação; no segundo caso, a ausência de competição parecia agir como ausência de estímulo para redução do limite aceito pelo cliente, evitando uma tendência de redução desta taxa média.

Nos casos cujas taxas ofertadas entre os dois bancos apresentam uma diferença mais significativa, o efeito era o contrário, há um estímulo para buscar uma taxa mais baixa, então as estratégias dos clientes com limites para aceitar empréstimos menores passam a apresentar resultados superiores em relação aos que possuem limites para aceitar maiores. Este comportamento então passa a se mostrar influente na população, o que de fato serve como freio nas populações expostas às taxas mais elevadas, já que ocorreu a elevação da taxa média aceita pelos clientes, enquanto que em situações opostas, as mesmas estão expostas a taxas mais baixas, assim, percebe-se uma leve tendência de redução das taxas médias aceitas.

Em relação à questão de como o comportamento da população de micro e pequenos empresários afetam o comportamento de seus fornecedores, não foi encontrado, até a 400ª geração, elementos que demonstrem que o comportamento dos clientes tivesse força suficiente para afetar o comportamento dos fornecedores (bancos), sendo percebido exatamente o contrário, os bancos possuindo força para elevar gradativamente seus juros e as populações elevando suas taxas médias de aceitação proporcionalmente (vide Figura 6), o que provavelmente espelha a realidade dos diferentes níveis de concentração entre os mercados de clientes e dos bancos.

Contudo, foi identificado um fator que pode vir a se tornar relevante e permitir um grau de influência na conduta dos fornecedores, que é o grau de coesão da população de clientes, medido pelo desvio-padrão das taxas aceitas pelos clientes para aceitar o empréstimo. Para melhor entender este ponto, é importante compreender os fatores que influenciam na evolução das estratégias dos bancos, ilustrados na Figura 10, relativos à população:

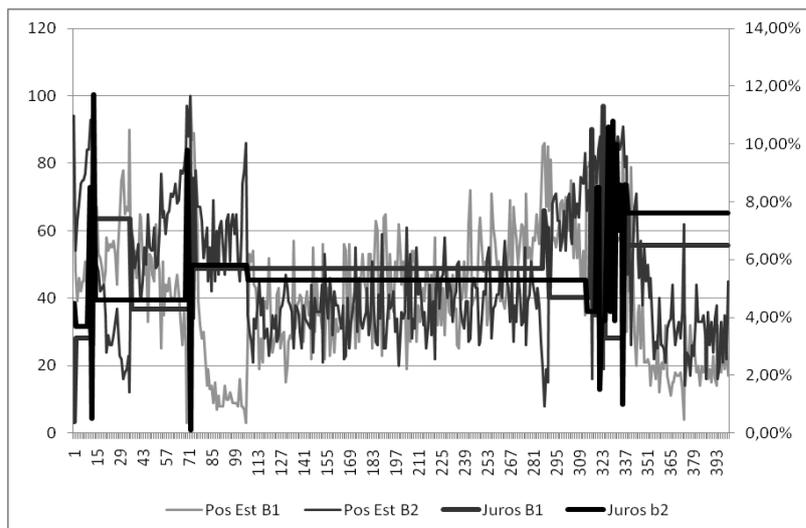
a) Taxa de juros ofertada (1): a quantidade de clientes que um banco tem é inversamente proporcional à sua taxa de juros;

b) Evolução da taxa de juros: as taxas médias oferecidas pelos bancos estão, para a quantidade de gerações simuladas, em constante elevação (vide Figura 6), desta forma, uma estratégia apta em uma geração não necessariamente continuará apta nas seguintes;

c) Diferença entre as taxas ofertadas pelos concorrentes: para a maioria das situações, o banco que oferece a menor taxa terá um nível de aptidão maior que o que oferece a taxa maior. O tempo de sobrevivência da estratégia é então diretamente proporcional à diferença entre as duas taxas;

d) Taxa de juros ofertada (2): quanto maior a taxa de juros maior a renda por cliente, e considerados os outros fatores, quanto maior a taxa ofertada maior o tempo de sobrevivência da estratégia.

Figura 10 - Juros ofertados pelos bancos e respectiva colocação no *ranking* de estratégia em uma determinada geração



Fonte: própria pesquisa.

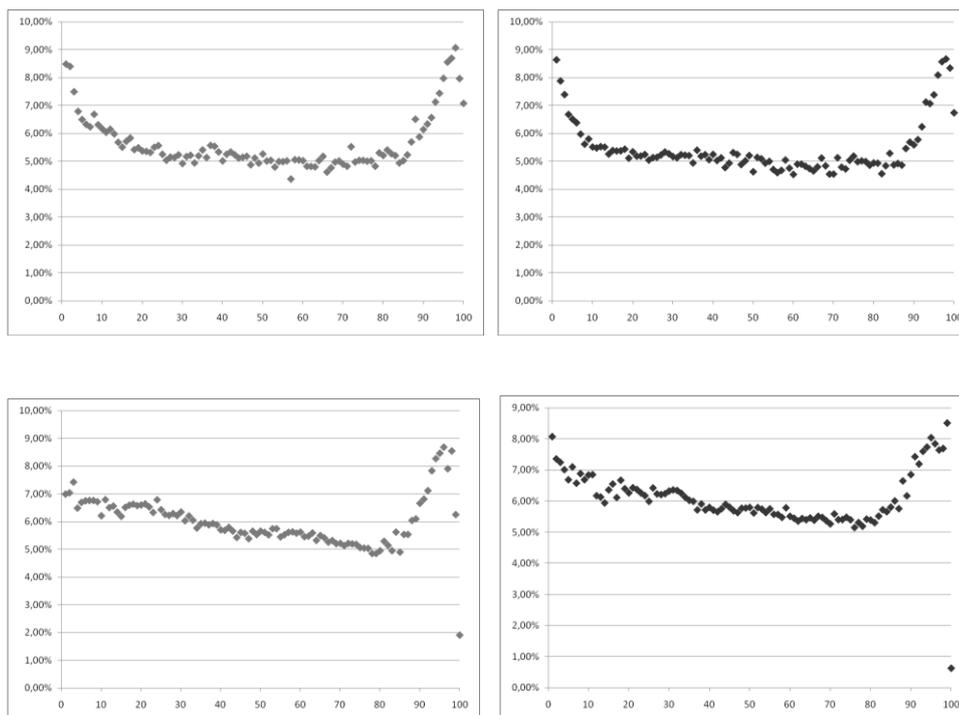
Desta forma, pela elevação constante das taxas de juros médias, uma determinada estratégia será apta apenas até certo momento, a partir do qual a renda gerada pela mesma será considerada baixa. Neste momento ela deverá morrer e ser substituída por uma estratégia descendente de duas mais aptas. No entanto, se o nível de coesão da população for elevado, dificilmente uma estratégia que seja superior à média das taxas aceitas pelos clientes daquela população se tornará apta, limitando então o poder de elevação da taxa de juros pelos bancos.

Esta questão pode ser facilmente explicada pelas características do codificação genético das estratégias. Numa população altamente coesa, os genes para aceitar taxas mais elevadas foram perdidos em gerações passadas. Finalmente, em relação à questão de um fornecedor afetar o comportamento de outro fornecedor, pode-se perceber que este é o fator determinante no nível de aptidão da estratégia escolhida pelos bancos.

Portanto, tem-se três fatores preponderantes e antagônicos neste caso: i) quanto maior a taxa de juros maior a receita por cliente; ii) quanto menor a taxa de juros, em relação ao concorrente, maior a quantidade de clientes na carteira; iii) ao maximizar a quantidade de clientes, um banco transforma a estratégia do concorrente em não apta, forçando-o a alterar sua estratégia, o que pode levar a uma guerra de preços. Desta forma, percebe-se que as estratégias mais estáveis seriam aquelas que têm uma taxa de juros suficientemente elevadas para maximizar a receita, mas não excessivamente elevadas, de forma a não permitir que o concorrente diminua sua taxa a valor que conquiste maior parte dos clientes a uma taxa de alta rentabilidade para o mesmo.

Apesar da taxa média dos juros ofertados mostrar tendência de crescimento, as Figuras de 11 a 14, comparando as médias das taxas nas 100 primeiras e 100 últimas gerações, demonstram que este crescimento se dá principalmente nas estratégias de aptidão intermediária, enquanto as taxas das 20 melhores estratégias mostram decrescimento.

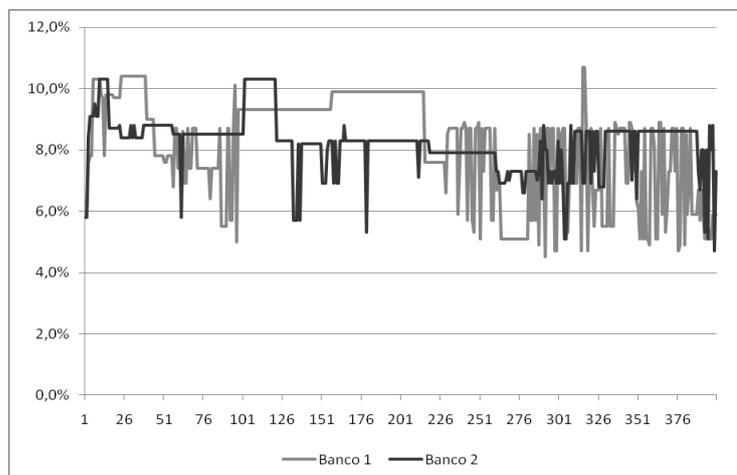
Figuras 11 a 14 - Taxa de juros ofertadas de acordo com sua posição entre as melhores e piores estratégias. Banco 1 (azul): Média das 100 primeiras gerações (acima) e Média das 100 últimas gerações (abaixo). Banco 2 (vermelho): Média das 100 primeiras gerações (acima) e Média das 100 últimas gerações (abaixo)



Fonte: própria pesquisa.

A Figura 15 mostra o valor da taxa de juros assumido pela estratégia campeã dos bancos 1 e 2 através das 400 gerações. Esta figura permite visualizar que não apenas as taxas das estratégias melhores colocadas estão diminuindo, mas também que uma determinada estratégia permanece menos tempo em uma determinada posição do *ranking* de aptidão, indicando que pode haver uma aceleração nesta tendência de diminuição que venha a gerar, em futuras gerações, diminuição geral da taxa ofertada.

Figura 15 - Evolução da taxa de juros da estratégica campeã de cada banco



Fonte: própria pesquisa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ausência de um equilíbrio encontrado pela simulação não é vista pelos autores como um revés da pesquisa, considerando que os dados sobre a evolução das estratégias são terreno fértil para análises valiosas sobre a interação clientes x fornecedores, clientes x clientes e fornecedores x fornecedores. As simulações geradas produziram considerável quantidade de dados sobre o comportamento dos atores em questão, demonstrando a capacidade das técnicas utilizadas de processar problemas complexos. Fica claro que, pelas limitações de espaço impostas por um artigo, não seria possível se aprofundar em todas as nuances mostradas pelos dados, mesmo assim, as conclusões encontradas mostram o potencial das técnicas para a análise e o entendimento do comportamento estratégico dos micro e pequenos empreendedores na sua relação com fornecedores de grande porte.

Percebe-se, pelos resultados, que a forma como o comportamento de um micro ou pequeno empresário influencia seus pares é definido pelo ambiente em que a população está inserida. Em ambientes onde há baixa concorrência entre os fornecedores não há estímulos para busca de taxas mais baixas, então o comportamento influente é o de aceitação do empréstimo. Em ambientes onde a concorrência entre os fornecedores é mais acirrada, há vantagens em procurar a mais baixa taxa ofertada, tornando-se influente o comportamento de rejeição de taxas elevadas.

Na relação clientes x fornecedores, percebeu-se que os primeiros não possuíam força para influenciar o comportamento dos segundos, provavelmente um reflexo do nível de concentração dos mercados de clientes e bancos. A relação fornecedor x fornecedor se mostrou a preponderante na determinação das estratégias dos bancos, demonstrando a concorrência como chave no freio da elevação dos juros ofertados. Nota-se que caso um dos bancos opte por uma taxa muito elevada, seu concorrente poderá tomar significativa parcela do mercado ofertando uma taxa significativamente mais baixa que ele, mas ainda suficientemente elevada para manter boa lucratividade, desta forma, o aumento da média das taxas ofertadas pelos bancos é obtido através de aumentos graduais, que não levem a grandes riscos de perda de mercado em ações contrárias do concorrente.

O modelo desenvolvido foi elaborado a partir da análise da literatura e de informações coletadas do mercado. Portanto, a contribuição do estudo foi de relacionar os aspectos vistos no âmbito da literatura com a realidade pesquisada, evidenciando a influência do ambiente sobre as estratégias adotadas pelas micro e pequenas empresas. Como sugestão para futuras pesquisas pode-se incluir a transmissão de informação entre populações de clientes, a inclusão do conceito de inovação, codificada através da mutação dos genes que determinam a estratégia e o aumento do número de gerações, permitindo identificar outros fatores que venham a se tornar relevantes.

Uma limitação do estudo poderia estar presente na racionalidade limitada dos indivíduos, contudo, acredita-se que em jogos evolucionários, a racionalidade completa não é necessária e a teoria centra-se mais sobre a dinâmica da mudança de estratégia como influência não apenas da qualidade das diferentes estratégias concorrentes (ZHENG, 2016). A teoria dos jogos evolutiva advém da utilização destes métodos de programação e se mostrou eficaz em prever o comportamento mesmo em situações onde a racionalidade não era esperada, como o comportamento de populações de animais (NEWTON, 2018).

Artigo submetido para avaliação em 07/07/2017 e aceito para publicação em 20/07/2020

REFERÊNCIAS

ABIB, G.; DOLCI, P. C. O Alinhamento Estratégico da Informação (AEI) sob a Perspectiva Econômica da Assimetria de Informações: uma Ampliação do Campo. In: ENCONTRO DA ANPAD, 33., 2009, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo, SP, 2009.

AZEVEDO, Guilherme; CARVALHO, Henrique F.; SILVA, Jorge F. A teoria dos jogos na estratégia de negócios: uma contribuição relevante. **Texto para Discussão da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro**, v. 1, n. 1, p. 1-29, 2011.

BASU, Mousumi. Fast convergence evolutionary programming for multi-area economic dispatch. **Electric Power Components and Systems**, v. 45, n. 15, p. 1629-1637, 2017.

BERTOLIN, R. V.; SANTOS, A. C.; LIMA, J. B.; BRAGA, M. J. Assimetria de Informação e Confiança em Interações Cooperativas. **RAC**, Curitiba, v. 12, n. 1, p. 59-81, 2008.

BJORND AHL, Adam; HALPERN, Joseph Y.; PASS, Rafael. Reasoning about rationality. **Games and Economic Behavior**, v. 104, p. 146-164, 2017.

BONELLI, Matheus Fortes. **Redução de assimetria de informação no mercado de crédito com duplicatas**. 2018. 72 f. Dissertação (Mestrado em Gestão para a Competitividade) - Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2018.

CAMPONOGARA, E. **Métodos de Otimização**: Teoria e Prática. Florianópolis: UFSC, 2005.

COSTA-GOMES, Miguel A. Behavioral economics and game theory. **Wiley Encyclopedia of Operations Research and Management Science**, 2010.

CRAWFORD, Gregory S.; PAVANINI, Nicola; SCHIVARDI, Fabiano. Asymmetric information and imperfect competition in lending markets. **American Economic Review**, v. 108, n. 7, p. 1659-1701, 2018.

EICHNER, A. S. **Toward a New Economics**: essays in post-keynesian and institutionalist theory. New York, M. E. Sharpe, 1985.

ESFAHANI, Hamideh. Profitability of horizontal mergers in the presence of price stickiness. **European Journal of Operational Research**, v. 279, n. 3, p. 941-950, 2019.

GLOBAL ENTREPRENEURSHIP MONITOR (GEM). **Executive Report**. Acesso em: 21 jun. 2020.

Disponível:

https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Relat%C3%B3rio%20Executivo%20BRASIL_web.pdf, 2017.

HARSANYI, John C. Advances in understanding rational behavior. In: **Essays on ethics, social behavior, and scientific explanation**. Springer, Dordrecht, 1980. p. 89-117.

HOLLSTEIN, R. B. **Artificial genetic adaptation in computer control systems**. Tese (Doutorado) - Universidade de Michigan, Estados Unidos, 1971.

KAHNEMAN, D. Maps of Bounded Rationality: Psychology for Behavioral Economics. **The American Economic Review**, v. 93, n. 5, p. 1449-1475, 2003.

KAHNEMAN, D.; TVERSKY, A. Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. **Science**, v. 185, n. 4157, p. 1124-1131, 1974.

KAHNEMAN, D.; TVERSKY, A. Prospect theory: an analysis of decision under risk. **Econometrica**, v. 47, n. 2, p. 263-291, 1979.

MAYNARD, S., J.; PRICE, G. R. The logic of animal conflict. **Nature**, v. 246, n. 2, p. 15-18, 1973.

MENDES, Dany Rafael; CONSTANTINO, Michel. A teoria dos jogos na definição de estratégias de apropriabilidade para invenções patenteáveis. **Revista Razão Contábil & Finanças**, v. 1, n. 1, 2019.

WILLIAM JR, Messier; GLOVER, Steven; PRAWITT, Douglas. **Auditing and assurance services: A systematic approach**. McGraw-Hill Education, 2016.

MINTZBERG, H. The strategy concept I: Five Ps for strategy. **California Management Review**, v. 30, n. 1, p. 11-24, 1992.

MITCHELL, M., & TAYLOR, C. E. Evolutionary Computation: An Overview. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 20, p. 593-616, 1999.

MONTEIRO, Cláudia Servilha. A decisão racional na teoria dos jogos. In: ENCONTRO PREPARATÓRIO PARA O CONGRESSO NACIONAL DO CONPEDI. 17., 2008, Recife. **Anais...** Recife, 2008. p. 3395-3415.

NAG, Rajiv; HAMBRICK, Donald C.; CHEN, Ming-Jer. What is strategic management, really? Inductive derivation of a consensus definition of the field. **Strategic management journal**, v. 28, n. 9, p. 935-955, 2007.

NASCIMENTO, Marlo do. **O desenvolvimento da teoria do preço justo: Martín de Azpilcueta entre a originalidade e a tradição**. 2019. 139 f. Tese (Doutorado em Filosofia) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, São Leopoldo, 2019.

NEWTON, Jonathan. Evolutionary game theory: A renaissance. **Games**, v. 9, n. 2, p. 31, 2018.

OXFORD ENGLISH DICTIONARY ONLINE. Recuperado em 20 de março, 2010 de <http://www.oed.com/>.

PEQUENAS EMPRESAS & GRANDES NEGÓCIOS (PEGN). **Brasil perdeu 316.680 empresas em 4 anos, diz IBGE**. Acesso em: 21 jun. 2020. Disponível em: <https://revistapegn.globo.com/Noticias/noticia/2019/10/brasil-perdeu-316680-empresas-em-4-anos-diz-ibge.html>

PILA, A. D. História e Terminologia a Respeito da Computação Evolutiva. **Revista de Ciências Exatas e Tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 1-25, 2006.

PONTES, Edel Alexandre Silva. A Teoria dos Jogos: Conflito e Colaboração. **RACE-Revista da Administração**, v. 1, p. 46-53, 2018.

SIMON, Herbert A. A behavioral model of rational choice. **The quarterly journal of economics**, v. 69, n. 1, p. 99-118, 1955.

SIMON, Hermann; FASSNACHT, Martin. Analysis: The Economics of Price. **Price Management**. Springer, Cham, 2019. p. 85-142.

SOUZA, A. A.; AVELAR, E. A.; MINELLO, I. F.; MONTANHA, J. O. E.; NOVELI, M. Análise de sistemas de informações utilizados como suporte para os processos de estimação de custos e formação de preços. In: Encontro da ANPAD, 29., 2005, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF, 2005.

SOUZA, A. A. O processo de formação de preços em empresas de produção por encomenda: estudo de casos múltiplos na região metropolitana de Belo Horizonte. In: ENCONTRO DE MARKETING DA ANPAD, 2., 2006. **Anais...** Rio de Janeiro, RJ, 2006.

STIGLITZ, J. E. Information and Change in the Paradigm in Economics. **American Economic Review**, v. 92, n. 3, 2002.

TONI, D., GAVA, A. M., LARENTIS, F., & MILAN, G. S. Relação entre estratégias de formação de preços e custo: A interface entre as áreas de Marketing e de Finanças e Controladoria. In: ENCONTRO DA ANPAD, 31., Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Rio de Janeiro, RJ, 2007.

TORGA, Eliana Marcia Martins Fittipaldi; BARBOSA, Francisco Vidal; CARRIERI, Alexandre de Pádua; FERREIRA, Bruno Pérez; YOSHIMATSU, Márcia Hiromi. Finanças comportamentais e jogos: simulações no ambiente acadêmico. **Revista Contabilidade & Finanças**, v. 29, n. 77, p. 297-311, 2018.

TOWFIGH, Emanuel V. Rational choice and its limits. **German Law Journal**, v. 17, n. 5, p. 763-778, 2016.

VASCONCELLOS, C. M.; AVILA, M. G. Estratégias e Práticas de Preços na Indústria Brasileira de Bens de Capital. In: ENCONTRO DA ANPAD, 18., 2009, São Paulo. **Anais...** São Paulo, SP, 2009.

VERGARA, S. C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. 5 ed. São Paulo, Atlas, 2004.

ZHENG, Jianya. **Uma investigação de relacionamentos baseados na competição entre stakeholders no comércio eletrônico utilizando teoria dos jogos**. 2016. 116 f. Tese (Doutorado em Informática) - Universidade de Brasília, Brasília, 2016.