

9

ALGORITMOS DE PRECIFICAÇÃO EM PLATAFORMAS DIGITAIS: ENTRE A COLUSÃO E A INOVAÇÃO¹

Pricing algorithms on digital platforms: between collusion and innovation

Livea Eguti Hayashi²

Universidade de São Paulo (USP) – São Paulo/SP, Brasil

RESUMO ESTRUTURADO

Objetivo: o artigo discute os impactos do uso de algoritmos de precificação de aprendizado autônomo sobre a legislação concorrencial brasileira. Explora também de que modo os agentes que pratiquem condutas anticompetitivas decorrentes de colusões tácitas, provocadas sem intervenção humana, devem ser analisados e responsabilizados pela autoridade antitruste.

Método: a metodologia foi baseada na análise narrativa da literatura internacional sobre comportamentos colusivos mediados por sistemas de aprendizagem autônoma. Foram examinadas orientações de autoridades e instituições antitruste de diversas jurisdições, jurisprudência do Cade e o AI Act da União Europeia, com o objetivo de propor parâmetros normativos para atuação preventiva no Brasil.

Conclusões: o estudo conclui que apenas algoritmos de aprendizagem autônoma, isto é, *machine learning* e *deep learning*, que resultam em colusões tácitas do tipo “agente previsível” e “digital eye” exigirão uma reformulação dos mecanismos de investigação tradicionais da autoridade concorrencial brasileira. Entende-se que eventual investigação sobre o tema deve ser conduzida a partir da regra da razão, considerando: (i) a ausência de precedentes envolvendo colusão algorítmica sem qualquer intervenção humana, tanto no Brasil quanto em outras jurisdições, (ii) o potencial pró-competitivo e os ganhos de eficiência proporcionados por algoritmos de precificação, e (iii) a baixa probabilidade, até o momento, de ocorrência de uma colusão algorítmica sem intervenção humana na prática. Mais ainda, o Cade deve focar em uma postura preventiva, a partir da emissão de guias e/ou orientações sobre o tema, diante da imaturidade normativa, institucional e tecnológica para a detecção de colusões algorítmicas na jurisdição brasileira.

Palavras-chave: algoritmo de precificação; colusão tácita; *machine learning*; *deep learning*; regra da razão; *plus factors*.

¹ **Editor responsável:** Prof. Dr. Victor Oliveira Fernandes, Conselho Administrativo de Defesa Econômica (Cade), Brasília, DF, Brasil.
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5250274768971874>. **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-5431-4142>.

Recebido em: 24/04/2025 **Aceito em:** 16/10/2025 **Publicado em:** 10/12/2025

² Graduada em Direito pela Universidade de São Paulo. Atuação em direito concorrencial e comércio internacional.
E-mail: liveaeguti@gmail.com **Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/1685556037441719> **ORCID:** <https://orcid.org/0009-0001-3550-6349>



STRUCTURED ABSTRACT

Objective: this article examines the impact of self-learning pricing algorithms on Brazilian competition law. It further explores how the agents behind anticompetitive conducts resulting from tacit collusion, caused without human intervention, should be analyzed and held accountable by the antitrust authority.

Method: the methodology was based on the narrative analysis of international literature on collusive behaviors mediated by autonomous learning systems. Guidelines issued by antitrust authorities and institutions from various jurisdictions, case law from Cade, Brazil's competition authority, and the European Union's AI Act were examined with the aim of proposing normative parameters for preventive action in Brazil.

Conclusions: the study finds that only autonomous learning algorithms—specifically machine learning and deep learning, that lead to “predictable agent” and “digital eye” forms of tacit collusion require a revamp of the Brazilian competition authority's traditional investigative mechanisms. Any investigation involving autonomous algorithmic collusion should be conducted under the rule of reason, considering (i) the absence of precedents involving algorithmic collusion without human intervention, both in Brazil and other jurisdictions, (ii) the pro-competitive potential and efficiency gains provided by pricing algorithms, and (iii) the low likelihood, so far, of algorithmic collusion without human intervention occurring in practice. In addition, Cade should adopt a preventive posture by issuing guidelines or recommendations on the topic, given the current normative, institutional, and technological immaturity in detecting algorithmic collusion in the Brazilian jurisdiction.

Keywords: pricing algorithm; tacit collusion; *machine learning*; *deep learning*; *rule of reason*; *plus factors*.

Classificação JEL: K21; L41.

Sumário: 1. *Introdução*; 2. *Nem todo algoritmo de precificação exigirá uma abordagem concorrencial inovadora*; 3. *Nem toda colusão tácita entre algoritmos de precificação exigirá uma abordagem concorrencial inovadora*; 3.1 *Algoritmos de precificação teoricamente podem levar a uma colusão tácita*; 3.2 *Tipos de colusões táticas provocadas por algoritmos de precificação e respectivas regras de análise*; 4. *Como as empresas devem ser responsabilizadas?*; 4.1 *Regra de análise*; 4.2 *Possibilidade de responsabilização das empresas em caso de colusões algorítmicas táticas e plus factors*; 5. *O AI Act da Comissão Europeia: uma importante referência para o direito concorrencial brasileiro*; 6. *Considerações finais*; *Referências*.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, observa-se o crescimento da economia digital e de seus novos modelos de negócio ao redor do mundo inteiro. Esse processo não transforma apenas as relações socioeconômicas, mas também as relações concorrentiais entre empresas e consumidores, exigindo que as autoridades olhem atentamente essas mudanças, que irão se intensificar com o decorrer do tempo.

A digitalização da economia e o surgimento das plataformas digitais estão intrinsecamente relacionados ao desenvolvimento e ao uso de algoritmos de precificação. Essa tendência já pode ser observada no Brasil: pesquisas realizadas sobre o uso de inteligência artificial (IA) indicam que o número de empresas brasileiras que utilizam IA em suas atividades subiu de 41% em 2022 (IBM, 2022), para 58% (Barbosa, 2024) em 2024. Um aumento de mais de 10% em apenas dois anos demonstra como o uso de IAs, incluindo algoritmos de precificação, já é uma realidade no Brasil e que se tornará cada vez mais comum. O uso de algoritmos de precificação é muito importante para a economia e traz diversos benefícios, tanto para as empresas quanto para os consumidores.

Os algoritmos podem otimizar as atividades das empresas por meio de tomadas de decisões eficientes e rápidas, como no caso do setor aéreo e de hotelaria, nos quais os algoritmos podem ajustar dinamicamente os preços de acordo com a evolução das condições de mercado. No e-commerce, por sua vez, os algoritmos permitem monitorar os preços dos concorrentes e ajustar os preços de maneira a tornar seu produto mais atraente e maximizar seus lucros. Do outro lado, os algoritmos diminuem custos de pesquisa e transação para os consumidores, por meio de ferramentas de comparação de preços e de aumento da transparência do mercado, a qual pode implicar maior concorrência entre as empresas (Monopolkommission, 2018, p. 4). Esses algoritmos ainda podem ser utilizados pelas próprias autoridades como mecanismos de detecção de práticas anticompetitivas em um dado mercado³.

Os algoritmos de precificação são responsáveis pela definição automática de preços e maximização de lucros. Eles processam grandes quantidades de dados e reagem rapidamente a mudanças nas condições do mercado, implementando precificação dinâmica e discriminação de preços baseada em características pessoais dos consumidores. Esses algoritmos melhoraram a eficiência do mercado, ajustando-se instantaneamente às mudanças na oferta e demanda, garantindo equilíbrio e transações mutuamente benéficas (OECD, 2017, p. 14)

Apesar dos inúmeros efeitos positivos, os algoritmos de precificação vieram acompanhados de controvérsias concorrentiais inovadoras, especialmente com relação à possibilidade de constituição de colusões muito mais sofisticadas e de difícil identificação, colusões essas que poderiam até mesmo ocorrer tacitamente.

Diante desse cenário, é fundamental analisar se as estruturas de investigação tradicionais do direito concorrencial brasileiro são capazes de abranger essas questões, ou se a doutrina e jurisprudência também precisarão se transformar para se adaptar às novas realidades de uma

³ Vide, por exemplo, a utilização de algoritmos de *machine learning* na detecção de conluios em licitações públicas. Foram utilizados dados de seis conjuntos de licitações de cinco países (Brasil, Itália, Japão, Suíça e Estados Unidos), a partir dos quais onze algoritmos de *machine learning*, sob diferentes condições de disponibilidade de dados, com e sem variáveis estatísticas auxiliares. Os resultados demonstraram taxas de precisão superiores a 80% e boa capacidade de identificar padrões colusivos mesmo com informações limitadas (Rodríguez et al., 2022). Esse estudo destaca o potencial de algoritmos de *machine learning* como ferramentas extremamente eficientes para apoiar autoridades na identificação de práticas anticompetitivas.



economia digital marcada pelo uso de algoritmos de precificação.

Este artigo não busca “estigmatizar” o uso de algoritmos de precificação. Muito pelo contrário, ele propõe trazer uma visão detalhada sobre as possíveis diferenças entre os diferentes tipos de algoritmos de precificação e de colusão, a fim de demonstrar que (i) nem todos os algoritmos de precificação precisam se tornar alvos de apreensão para fins de modificações no direito da concorrência e que, (ii) ainda nos casos de algoritmos de precificação cujo modelo de funcionamento possa suscitar preocupações em razão de um possível alinhamento tácito, nem todos os tipos de colusão tácita trarão dificuldades para a análise concorrencial.

Para alcançar os objetivos propostos, foi realizada uma Revisão Narrativa da Literatura internacional sobre colusão tácita de algoritmos de aprendizado autônomo e aplicabilidade do direito concorrencial, bem como uma análise de guias, normas e orientações exaradas por autoridades e instituições de antitruste ao redor do mundo, como CMA, OCDE, Autorité de la Concurrence e Bundeskartellamt. Além disso, foram examinadas bibliografias que trazem estudos empíricos sobre colusões tácitas entre algoritmos de precificação. A análise é orientada pela tipologia de colusões algorítmicas de Ezrachi e Stucke (2017) e pela categorização de algoritmos (fixos, *machine learning* e *deep learning*), permitindo a identificação de cenários hipotéticos de coordenação tácita.

Adicionalmente, examina-se a jurisprudência do Cade, por meio de pesquisa pública no sistema processual SEI da autoridade, para contextualizar a aplicabilidade do direito concorrencial brasileiro e verificar os conceitos de condutas anticompetitivas sob os quais uma eventual colusão algorítmica tácita poderia se enquadrar.

Por fim, realiza-se também uma análise de legislação comparada sobre a regulamentação da União Europeia em relação a uso de tecnologia artificial (*AI Act*) para a proposição de diretrizes normativas, com o objetivo de balizar a atuação preventiva da autoridade antitruste em relação a algoritmos de aprendizado autônomo.

2 NEM TODO ALGORITMO DE PRECIFICAÇÃO EXIGIRÁ UMA ABORDAGEM CONCORRENCIAL INOVADORA

Antes de se discutir sobre os impactos dos algoritmos de precificação sobre o direito concorrencial brasileiro, é preciso dar um passo atrás e verificar que tipo de algoritmo de precificação, de fato, exigirá uma alteração na abordagem das investigações antitruste pelo Conselho Administrativo de Defesa Econômica (Cade).

O algoritmo, por si só, é “qualquer procedimento computacional bem definido que recebe algum valor, ou conjunto de valores, como entrada e produz algum valor, ou conjunto de valores, como saída” (Cormen et al., 2022, p. 5). A mera produção de um *output* (saída) com base em um *input* (entrada), a partir de uma “lista inequívoca e precisa de operações simples aplicadas mecânica e sistematicamente”⁴ (Wilson; Keil, 1999, p. 9), não é ilícita por si só.

O ponto central é como o algoritmo de precificação processa a informação e consegue produzir um *output*. Existem diversos modelos de funcionamento de algoritmos que variam em grau

⁴ Do original: “An algorithm is an unambiguous, precise, list of simple operations Applied mechanically and systematically to a set of tokens or objects (e.g., configurations of chess pieces, numbers, cake ingredients, etc.). The initial state of the tokens is the input; the final state is the output”.

de complexidade entre si.

As autoridades concorrentiais da França e Alemanha classificam os algoritmos em dois tipos: (i) fixos, os quais são mais simples e contam com parâmetros escolhidos pelo homem que não se alteram (semi)automaticamente ao longo do tempo em resposta a novas informações, e (ii) de *machine learning*, caracterizados por um alto grau de automatização a partir de um conjunto de dados potencialmente dinâmico e que são capazes de melhorar sua própria performance nas tarefas que devem resolver (Autorité de la Concurrence; Bundeskartellamt, 2019, p. 9, 10).

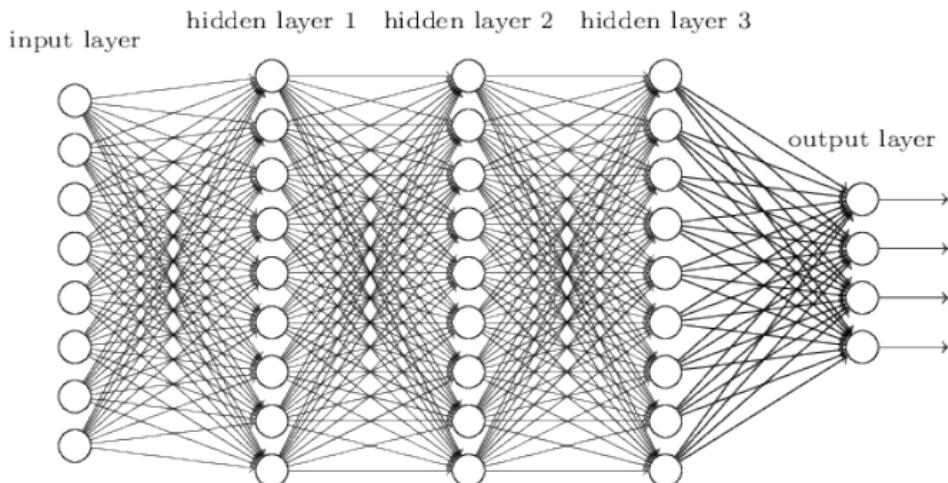
O *machine learning* é um ramo da inteligência artificial que desenvolve máquinas inteligentes por meio de algoritmos que aprendem iterativamente com os dados e a experiência, de modo que os computadores conseguem aprender sem serem explicitamente programados (OECD, 2017, p. 11). Esse tipo de algoritmo, mais complexo e mais flexível do que um algoritmo fixo, é capaz de decidir por si só quais dados considera mais relevantes para atingir o objetivo ao qual foi designado, geralmente com base em um grande volume de informações históricas confiáveis (Rodríguez et al., 2022). Ele funciona como uma “caixa preta”, na qual os próprios desenvolvedores não seriam capazes de identificar as variáveis consideradas pelo algoritmo. No caso de algoritmos de precificação, por exemplo, uma empresa não saberia explicar se o aumento de lucros teria sido dado pela atração de novos clientes, cobrança de preços maiores ou coordenação tácita com o algoritmo de um concorrente (CMA, 2018, p. 10). Dentro do próprio *machine learning*, há outra categoria de algoritmo mais complexa ainda: o *deep learning*.

O *deep learning* permite que os sistemas informáticos aprendam utilizando um *software* complexo que tenta replicar a atividade dos neurônios humanos através da criação de uma rede neural artificial. Enquanto os algoritmos tradicionais de *machine learning* são lineares, os algoritmos de *deep learning* se estruturam em uma hierarquia de complexidade e abstração crescentes. Assim, os computadores conseguem aprender mais rapidamente e com maior precisão. Atualmente não há como saber quais informações foram utilizadas pelo algoritmo para converter *inputs* em *outputs*: ou seja, não é possível compreender seu processo de decisão (OECD, 2017, p. 13).

O aprendizado de *deep learning* não se refere a um “tipo” de aprendizado, mas sim ao “modelo” de programa computacional adotado, qual seja, a formação de Redes Neuronais Artificiais (RNA), isto é, uma rede de neurônios artificiais conectados que recebem, processam e transmitem sinais entre si (Schwalbe, 2018, p. 10). Cada conexão tem um “peso” que determina a intensidade dos sinais transmitidos e, conforme esses pesos são ajustados com sua performance, o algoritmo aprende autonomamente. O *deep learning* é composto por RNAs com mais de duas camadas de neurônios, sendo que cada camada recebe o *output* da camada anterior como *input* (CMA, 2018, p. 12, 13). A imagem abaixo representa o funcionamento de um algoritmo de *deep learning* – note que a camada 1 recebe o *input*, que pode ser o *output* de outra camada, e produz seu próprio *output*, ao passo que a camada 2 recebe o *output* da camada 1 como um *input* e produz seu próprio *output*, e assim por diante:



Figura 1 – Estrutura de um algoritmo de *deep learning*



Fonte: Nielsen (2017, p. 164).

De maneira resumida, as diferenças entre o *machine learning* e o *deep learning* são apresentadas no quadro abaixo:

Quadro 1 - Principais diferenças entre *machine* e *deep learning*

Machine learning	Deep learning
Ramo da IA que desenvolve algoritmos que aprendem iterativamente com dados e experiência.	Tipo de <i>machine learning</i> que utiliza redes neurais artificiais com múltiplas camadas para aprender de forma mais complexa e abstrata.
Modelos variam de simples a complexos, mas geralmente com menor capacidade de abstração hierárquica.	Alto nível de complexidade e abstração devido às múltiplas camadas ocultas.
Aprende padrões a partir de dados, mas sem necessariamente construir representações hierárquicas.	Aprende por meio de uma hierarquia de conceitos, em que as camadas processam características cada vez mais abstratas.
Pode ser linear ou não, mas não necessariamente baseado em redes neurais profundas.	Baseado em redes neurais com mais de duas camadas de neurônios interconectados.
Geralmente requer menos dados para treinamento.	Requer grandes volumes de dados e alto poder computacional.
Aprendizado iterativo, mas geralmente menos rápido e preciso que <i>deep learning</i> .	Aprendizado mais rápido e preciso devido à estrutura de camadas profundas.

Fonte: elaboração própria (2025).

Apesar das diferenças, tanto o *machine learning* quanto o *deep learning* têm um problema em comum: ambos são capazes de aprender de maneira autônoma, o que torna impossível, ao menos até o momento, compreender seu processo de decisão. É justamente nesse ponto que entra a controvérsia concorrencial.

Algoritmos simples, que exigem constante intervenção e monitoramento humano, naturalmente não levantam questionamentos sobre a aplicabilidade ou não do direito concorrencial em caso de uma eventual conduta anticompetitiva, já que: (i) é possível compreender o processo de decisão do algoritmo, de modo que seria possível verificar, a partir da análise de seu modelo de funcionamento, se o algoritmo de fato buscou uma colusão, e (ii) uma eventual colusão com o algoritmo de precificação de uma empresa concorrente decorreria diretamente da ação humana, e não de um processo de aprendizado autônomo.

Nesse sentido, nem todo algoritmo de precificação levanta questionamentos sobre a aplicabilidade do direito concorrencial brasileiro, mas sim aqueles cujo modelo de aprendizado é autônomo e dispensa a participação humana, dificultando a compreensão dos critérios considerados no processo de decisão.

Esse entendimento pode ser extraído de maneira útil na investigação realizada pelo Cade em seu primeiro e único caso envolvendo uma possível colusão tácita entre algoritmos de empresas do setor aéreo. No Inquérito Administrativo nº 08700.001653/2019-49⁵, ao conduzir a instrução processual, o Cade solicitou informações aos Representados para verificar se as companhias aéreas utilizavam alguma técnica de *machine learning* em seus algoritmos de precificação⁶. Isso evidencia que a autoridade está caminhando para o entendimento de que o modelo de aprendizado do algoritmo é um critério relevante para a análise de possíveis colusões tácitas entre algoritmos de precificação.

3 NEM TODA COLUSÃO TÁCITA ENTRE ALGORITMOS DE PRECIFICAÇÃO EXIGIRÁ UMA ABORDAGEM CONCORRENCEIAL INOVADORA

3.1 Algoritmos de precificação teoricamente podem levar a uma colusão tácita

Até o momento, não se tem conhecimento de nenhum caso de colusão tácita por algoritmos de aprendizado autônomo sem qualquer influência de um ser humano. A discussão de colusões tácitas se baseia apenas em hipóteses e estudos empíricos limitados. O teste realizado por Calvano *et al.* (2020) considerou um ambiente de oligopólio com um modelo de concorrência de preços que ocorria repetitiva e simultaneamente, em que as empresas utilizavam *Q-learning* para atualizar seus preços. A conclusão foi que os algoritmos tendem a cobrar preços mais elevados a partir de uma estratégia colusiva. Um estudo recente realizado por Fish *et al.*, em 2024, utilizou o GPT-4, da Open AI, para realizar experiências com agentes de precificação algorítmica. O objetivo era demonstrar que os agentes de precificação baseados no *Large Language Model* (LLM) entram rapidamente em colusão em casos de oligopólio, ainda que sejam instruídos a buscar lucros a longo prazo, sem qualquer sugestão explícita ou implícita de colusão (Spann *et al.*, 2025, p. 32).

Entretanto, tais testes foram realizados em ambientes controlados e, apesar de corroborarem a hipótese de colusão tácita, eles não são capazes de demonstrar com segurança que os algoritmos de precificação alinhar-se-iam com outros algoritmos na prática. Esses experimentos não consideram

5 Todos os processos públicos do Cade mencionados neste artigo podem ser consultados em: <https://x.gd/BQwdc>.

6 Vide ofícios encaminhados para Gol (Ofício nº 5546/2020, SEI 0782770), Azul (Ofício nº 5547/2020, SEI 0782783) e Latam (Ofício nº 5548/2020, SEI 0782784): “informar se tem ou teve em produção nos últimos 5 anos algoritmo que utiliza a técnica de Reinforcement Learning” e “[i]Informar se possui unidade ou profissionais com atribuição de aplicar técnicas de machine learning na definição das estratégias de precificação, automatizadas ou não”.



fatores fundamentais para uma colusão, por exemplo, a utilização, pelas empresas, de algoritmos de precificação muito distintos entre si; heterogeneidade de concorrentes em um mercado; a existência de outros diferenciais competitivos de um produto ou serviço além do preço (e.g. qualidade e marca podem influenciar a escolha do consumidor); entre outros.

Schwalbe já trouxe críticas sobre a literatura jurídica em relação a colusões algorítmicas. De acordo com o autor, haveria uma presunção equivocada de que os algoritmos facilmente seriam capazes de coordenar preços de forma colusiva. Muitos juristas tratariam os algoritmos como “caixas-pretas” e assumiriam, sem base empírica ou técnica, que a colusão é quase inevitável, ignorando tanto a complexidade dos algoritmos quanto as evidências da ciência da computação e da economia experimental. Na realidade, a coordenação tácita em mercados com mais de dois agentes é muito difícil de ocorrer e dependeria fortemente de comunicação – algo que os algoritmos ainda não fazem de forma eficaz, mas que o poderiam realizar futuramente (Schwalbe, 2018, p. 24).

O autor aponta que o resultado colusivo é ainda mais difícil de ser alcançado em caso de algoritmos complexos. Como há uma tendência de aumento dos níveis de sofisticação dos algoritmos, consequentemente, as chances de ocorrência de uma coordenação algorítmica autônoma tornam-se mais improváveis (Schwalbe, 2018, p. 3).

Van Uytsel também destaca que a probabilidade de ocorrência de uma colusão tácita atualmente é muito baixa: (i) há pouca evidência empírica direta de que algoritmos levarão a estratégias colusivas; (ii) pesquisas empíricas demonstram que há diversos desafios tecnológicos que dificultam que algoritmos de aprendizado autônomo alcancem equilíbrios de colusão tácita, especialmente em contextos reais complexos; e (iii) na prática, não há homogeneidade algorítmica, – isto é, um pressuposto equivocado de que todos os algoritmos perseguem o mesmo objetivo de maximização de lucro e reagem de forma semelhante às mudanças de preços – visto que os algoritmos estão em constante evolução e adaptação (Van Uytsel, 2020, p. 8, 11-13). De todo modo, as autoridades regulatórias devem começar a se preparar para futuros cenários de colusão algorítmica tácita, ainda que no cenário atual a probabilidade de coordenação entre algoritmos seja baixa (Van Uytsel, 2020, p. 27).

Assim, embora (i) ainda não se saiba de nenhum caso concreto em que haja colusões tácitas por algoritmos, ou (ii) os algoritmos de precificação, no momento, não sejam capazes de instituir colusões tácitas duradouras que se assemelham a um cartel, é essencial que as autoridades já estejam preparadas para um caso como esse no futuro. Isso trará maior segurança jurídica para as empresas que utilizem algoritmos de precificação, pois saberão qual abordagem será adotada pela autoridade. Além disso, o trabalho do Cade será facilitado, pois não será surpreendido diante de um caso de colusão tácita por algoritmos de precificação. Portanto, é fundamental analisar de que modo algoritmos de precificação podem provocar uma colusão tácita e quais as possíveis colusões tácitas.

A CMA já avaliou de que modo algoritmos de precificação teoricamente podem levar à criação de um ambiente colusivo. Em primeiro lugar, algoritmos de precificação aumentam a transparência do mercado. Uma precificação baseada em algoritmos pressupõe a coleta intensa de dados em tempo real dos concorrentes. Quando uma empresa começa a adotar esse tipo de precificação, isso provoca uma reação dos concorrentes, que passam também a adotar a precificação via algoritmos, resultando em um mercado em que todos têm visibilidade em tempo real dos preços praticados (CMA, 2018, p. 29).

Em segundo lugar, os algoritmos de precificação provocam uma interação muito frequente entre os concorrentes, já que possibilitam a detecção e atualização de preços de maneira muito rápida e instantânea (CMA, 2018, p. 29).

Em terceiro lugar, os algoritmos de precificação têm mais capacidade e eficiência para calcular o preço de coordenação tácita que maximiza o lucro na ausência de um acordo explícito (CMA, 2018, p. 29), visto que são capazes de realizar análises e previsões das reações dos concorrentes que um ser humano não conseguiria fazer (Mehra, 2016, p. 1346, 1347). Isso se dá em razão da rapidez com que os algoritmos conseguem captar e processar dados, de modo que, os concorrentes, tendo ciência da velocidade com que um eventual desvio seria percebido pelos demais membros do cartel, tenderiam cada vez menos a tentar minar a conduta para obter ganhos a curto prazo. Consequentemente, o cartel se torna mais estável e duradouro (Mehra, 2016, p. 1348).

Não é adequado, no entanto, analisar as etapas acima sem considerar os fatores que podem facilitar ou não a ocorrência de uma colusão tácita em um determinado mercado. De acordo com Dorner, esses fatores consistem em (i) aspectos econômicos⁷ e (ii) características do algoritmo⁸. Nesse sentido, mercados ou algoritmos que não contenham essas características não deveriam levantar preocupações concorrenenciais.

Note que, assim como Schwalbe e UytSEL, Dorner destaca que diversos dos fatores que facilitariam uma colusão ainda não existem na prática e que a aplicabilidade da teoria de colusão algorítmica autônoma em concreto é bastante questionável. Ele destaca que os modelos que demonstram colusão entre algoritmos são simplificados e não refletem a complexidade dos mercados reais. Além disso, algoritmos de *machine learning* enfrentam dificuldades para cooperar em ambientes com múltiplos agentes (Dorner, 2021, p. 3, 18-20).

Existe um entendimento consolidado no Cade quanto à diferença entre um cartel e uma colusão tácita e entre as metodologias de investigação em cada um desses casos. Cartéis são acordos ou condutas concertadas entre concorrentes para fixar preços, dividir mercado, fraudar licitações, e alinhar variáveis concorrencialmente sensíveis para eliminar a concorrência em determinado mercado⁹. Considerando que cartéis sempre resultam “*na aquisição de produtos e contratação de serviços em condições mais desvantajosas ou por valores acima daqueles que seriam encontrados em mercados efetivamente competitivos*”¹⁰, são analisados pela regra *per se*.

Colusões tácitas, por outro lado, ocorrem quando as empresas adotam “*uma posição de interdependência na tomada de decisões sobre preços e quantidades*”¹¹. São analisadas pela regra

7 Os fatores econômicos facilitadores de uma colusão tácita são: (i) ganhos com a colusão superiores aos riscos de punição ou desvio, (ii) concentração e barreiras à entrada, (iii) interações frequentes entre concorrentes e capacidade de respostas rápidas a desvios, (iv) transparência do mercado, (v) comunicação entre concorrentes, (vi) capacidade de punição e monitoramento, e (vii) simetria (Dorner, 2021, p. 10-13).

8 As propriedades dos algoritmos facilitadores de uma colusão tácita são: (i) capacidade de aumentar a concentração do mercado, (ii) velocidade de processamento de dados, (iii) eficiência, (iv) capacidade de aprendizado autônomo, (v) comportamento consistente, (vi) transparência, i.e., possibilidade de um ser humano ou outro algoritmo compreender exatamente o processo de decisão do algoritmo, (vii) capacidade de comunicação e coordenação, (viii) capacidade de atuar como um instrumento de fidelidade ao comportamento de um concorrente, (ix) simetria entre diferentes algoritmos (Dorner, 2021, p. 13-25).

9 Ver Cade Processos Administrativos nº 08012.002568/2005-51, 08700.001859/2010-31, 08700.007351/2015-51, 08700.003237/2017-13 e 08700.000171/2019-71.

10 Ver Cade Processo Administrativo nº 08700.000171/2019-71.

11 Ver Cade Processo Administrativo nº 08012.001286/2012-65.



da razão, já que não necessariamente implicam um ilícito concorrencial.¹² Essa ideia é sedimentada tanto no Brasil quanto em outras jurisdições¹³.

Entretanto, considerando que os algoritmos de precificação dispensam a necessidade de acordo expresso entre as empresas ou de qualquer outra forma de comunicação de concorrentes, será que essas teses continuam sólidas?

A análise de uma colusão tácita algorítmica deve seguir a regra da razão, como nos casos tradicionais? Essa questão se impõe em dois cenários: (i) quando um algoritmo é intencionalmente programado para se alinhar a um concorrente, ainda que essa intencionalidade não seja identificável, ou (ii) quando diferentes algoritmos, em um mercado concentrado, alinharam-se autonomamente, provocando efeitos deletérios idênticos aos de um cartel. Seria adequado que as multas aplicadas nesses casos fossem menos severas apenas pelo fato de não haver um acordo expresso entre as empresas, mesmo que, na prática, os algoritmos trouxessem as mesmas consequências de um cartel?

Até o momento, condutas anticompetitivas eram relacionadas a uma conduta humana, na qual algum diretor, executivo, empregado, ou seja, algum ser humano atua de maneira eliminar a concorrência. Porém, com os algoritmos, essa conduta não necessariamente será mais estruturada por um indivíduo: agora, ilícitos concorrenciais podem ser instituídos a partir de uma máquina (Ezrachi; Stucke, 2017, p. 1782).

3.2 Tipos de colusões táticas provocadas por algoritmos de precificação e respectivas regras de análise

Os algoritmos podem promover a colusão de duas maneiras diferentes: (i) os concorrentes utilizam o algoritmo como uma ferramenta para implementar uma colusão explícita, ou (ii) o algoritmo leva a um resultado de coordenação, embora estivesse sendo utilizado para tomar decisões unilaterais de precificação (CMA, 2018, p. 23). O primeiro caso, evidentemente, envolve uma situação de cartel tradicional e não levanta questionamentos sobre os mecanismos de investigação tradicionais. O segundo caso precisa ser analisado em maior detalhe sobre cada tipo de colusão, para verificar se os instrumentos de investigação tradicionais são suficientes ou não para analisar a conduta.

Ezrachi e Stucke entendem que há quatro possíveis cenários de colusão tácita provocada por algoritmos, em que estes atuam como: (i) mensageiro, (ii) *hub and spoke*, (iii) agente previsível e (iv) *digital eye* (Ezrachi; Stucke, 2017, p. 1782). O algoritmo mensageiro seria o que atua como uma ferramenta para implementar uma colusão explícita, enquanto os demais se referem a um resultado de coordenação provocado pelo próprio algoritmo (CMA, 2018, p. 25).

O algoritmo mensageiro é aquele que executa uma vontade humana de eliminar a concorrência. Os indivíduos realizam um acordo para cartelizar, o qual é estruturado e fiscalizado a partir do algoritmo (Ezrachi; Stucke, 2017, p. 1782, 1783). Ele facilita, ainda, a estabilização dos cartéis, pois: (i) ajuda na detecção e reação a eventuais desvios do acordo, (ii) reduz os erros e desvios accidentais do acordo, e (iii) reduz a ineficiência dos agentes (*agency slack*) (CMA, 2018, p. 23).

12 Ver Cade Processo Administrativo nº 08700.005636/2020-14.

13 Kellogg Co., 1982 WL 608291, 99 F.T.C. 8 (Jan. 15, 1982) e E.I. Du Pont de Nemours & Co. v. FTC, 729 F.2d 128 (2d Cir. 1984).

A detecção de desvios em um cartel – não necessariamente via algoritmos – é importante para garantir que todos os participantes cumpram com o acordo de coordenação. Caso não haja uma fiscalização do cumprimento do acordo, os concorrentes terão a tendência de desviar e baixar seus preços para lucrar mais. O algoritmo de precificação permite que eventuais desvios/erros, acidentais ou não, sejam facilmente detectados e reduz os custos de fiscalização (CMA, 2018, p. 23, 24).

Além disso, o algoritmo melhora a eficiência das empresas dentro do próprio cartel, ao reduzir as chances de que outras pessoas que trabalham na empresa (e que não tenham sido responsáveis pelo acordo) tentem desestruturar o cartel e baixar os preços para obter recompensas imediatas ou para obter promoções internas/recompensas salariais vinculadas a vendas. O algoritmo, portanto, impede que outros indivíduos tomem decisões de precificação de maneira autônoma (CMA, 2018, p. 24, 25).

Portanto, embora envolva um algoritmo, é um modelo tradicional de cartel, instituído por seres humanos e o algoritmo é uma mera ferramenta acessória. Sendo assim, os entendimentos tradicionais de investigação podem ser aplicados nesse caso, analisando a conduta a partir da regra *per se*. Esse entendimento é confirmado pelo Cade no Inquérito Administrativo nº 08700.001653/2019-49, que ao se referir ao algoritmo mensageiro afirma que não há “qualquer dilema para autoridade concorrencial, basta a demonstração de que houve o acordo de utilização do algoritmo para combinar preços ou quantidades”.

O algoritmo *hub and spoke* é aquele que determina os preços para diversas empresas. Nesse caso, mais de um *player* utiliza um único algoritmo, que atua como *hub*, e ajuda a orquestrar a colusão em todo o mercado, resultando em preços mais elevados (Ezrachi; Stucke, 2017, p. 1782).

Se um mesmo algoritmo de precificação for utilizado por diversos concorrentes, é possível que as empresas acabem reagindo de maneira muito parecida aos mesmos acontecimentos externos. Outra possibilidade é os concorrentes terem conhecimento de que estão utilizando o mesmo algoritmo de precificação (ou um algoritmo semelhante), permitindo que tenham maior visibilidade sobre como seus concorrentes reagiriam a uma eventual alteração de preços e reduzam incertezas estratégicas, o que se assimilaria aos efeitos de uma troca de informações. Com isso, é possível haver uma coordenação tácita entre as empresas (CMA, 2018, p. 26).

O algoritmo *hub and spoke* não traria dificuldades para os modelos tradicionais de análise concorrencial, visto que pressupõe que os concorrentes tenham aceitado tacitamente o estabelecimento de preços acima do preço de mercado. Mesmo que essa não fosse a intenção da empresa, ela tem a opção de modificar sua estratégia para evitar esse aumento de preços e, ainda, se modificar o algoritmo de precificação for uma tarefa fácil, as empresas tenderão a buscar a redução de seus preços para obter lucros maiores a curto prazo. Esse seria um caso de colusão tácita. Por outro lado, é possível que o algoritmo *hub and spoke* seja parte de uma colusão explícita, por meio da troca de informações entre concorrentes sobre os detalhes de um determinado algoritmo de precificação (CMA, 2018, p. 25, 26).

Outro cenário possível é a delegação, pelos concorrentes, de suas decisões de precificação para um intermediário comum (o que não necessariamente é anticoncorrencial). Para que essa conduta resulte em uma infração competitiva, é necessário avaliar três pontos: (i) a proporção do mercado que está utilizando um mesmo intermediário, (ii) se há uso, pelo intermediário, de informações não públicas ou de dados de múltiplos concorrentes ao determinar o preço para cada empresa, e (iii) se



o objetivo do algoritmo de precificação é maximizar o lucro total conjunto de todos os concorrentes que utilizam o intermediário comum (CMA, 2018, p. 27).

Esse tipo de caso pode ser analisado tanto pela regra da razão quanto pela regra *per se*, a depender da manifestação de vontade das empresas, isto é, se as empresas tinham a intenção de alinhar suas estratégias de negócio, se sabiam que esse alinhamento era provável, ou se foi uma consequência sem qualquer intencionalidade. Não é um modelo de colusão tácita que levantaria dificuldades para aplicação dos instrumentos de investigação tradicionais do Cade, que, inclusive, já investigou casos de *hub and spoke* anteriormente¹⁴.

O algoritmo agente previsível é aquele que é programado por um indivíduo para produzir resultados previsíveis e reagir de uma determinada forma à dinâmica em constante mudança em um dado mercado. Caso diversos *players* de um mesmo mercado adotem algoritmos semelhantes, existe o risco de criar uma ação interdependente entre si, transformando, por consequência, as condições de mercado. Importante notar que, nesse caso, a colusão tácita entre os agentes não seria resultado da dinâmica natural do mercado (Ezrachi; Stucke, 2017, p. 1783).

Nesse caso, os algoritmos podem se alinhar via duas formas: (i) os algoritmos alcançam um entendimento comum que não é negociado entre as pessoas – a colusão surge quando o computador aprende a detectar e punir rapidamente a redução de preços dos concorrentes - de modo que os algoritmos ficam menos propensos a se desviar do preço supra-competitivo; ou (ii) os computadores podem se engajar em uma conduta de acomodação paralela, onde a resposta de cada rival às movimentações competitivas feitas pelos outros é racional individualmente; não é motivada por retaliação ou dissuasão, nem destinada a sustentar um resultado de mercado acordado; encoraja aumentos de preços; e enfraquece os incentivos competitivos para reduzir preços ou oferecer melhores condições aos clientes (Ezrachi; Stucke, 2017, p. 1789-1794).

O agente previsível traz um problema de análise pelas autoridades anticoncorrenciais, visto que não existe qualquer evidência da colusão: os algoritmos alinham-se de maneira autônoma, sem qualquer comunicação entre os concorrentes. O principal desafio de aplicação refere-se à legalidade do paralelismo consciente, visto que não se pode condenar uma empresa por se comportar de maneira racional e independente no mercado. No entanto, deveria a formação artificial das condições para colusão tácita, através do uso de algoritmos, ser considerada ilegal?

O agente previsível facilita a colusão tácita do mercado ao reduzir as incertezas das estratégias das empresas. No caso de algoritmos de precificação, se estes levarem as empresas a adotar comportamentos de precificação muito simples, transparentes e previsíveis, os concorrentes facilmente poderão reconhecer suas estratégias (CMA, 2018, p. 27, 28).

Por fim, o algoritmo de *digital eye* é aquele criado para atingir um objetivo específico, como, por exemplo, a maximização dos lucros. Esses algoritmos são criados de maneira independente pelas empresas e são capazes de aprender autonomamente a partir da experimentação contínua para atingir o objetivo para o qual foi programado (Ezrachi; Stucke, 2017, p. 1795).

No caso do *digital eye*, a colusão tácita pode ser prevista como um possível resultado do algoritmo, mas não o mais provável. Não existe necessariamente a intencionalidade de alinhamento de preços com concorrentes, mas apenas a de otimizar a lucratividade e/ou o desempenho da

14

Ver Cade Processos Administrativos nº 08012.007043/2010-79 e 08700.005639/2020-58.

empresa de forma independente. O algoritmo de *deep learning* pode ser programado com princípios limitantes que proíbem, por exemplo, a fixação de preços ou a divisão de mercado, mas isso não significa que uma colusão necessariamente será evitada, já que ele aumenta a transparência e previsibilidade do mercado (Ezrachi; Stucke, 2017, p. 1795, 1796). Com isso, a presença de agentes com mentalidades semelhantes pode facilitar a colusão, permitindo que o algoritmo antecipe e comprehenda os movimentos feitos por outros algoritmos projetados de maneira semelhante (Ezrachi; Stucke, 2017, p. 1796). A autoaprendizagem em um mercado transparente, ocupado por agentes com mentalidades semelhantes e com o mesmo objetivo de maximização de lucro, pode levar à colusão.

O *digital eye* atua em um processo de aprendizado de “tentativa e erro em alta velocidade”, ao passo que o agente previsível responde aos algoritmos dos concorrentes, com base em suposições sobre como esses algoritmos irão operar (Van Uystel, 2020, p. 5). Entretanto, em ambos os casos não necessariamente há intencionalidade das empresas em formar uma colusão. Porém, o algoritmo, em razão da sua capacidade de autoaprendizado, pode acabar se alinhando com algoritmos de outras empresas, sem que a intenção do desenvolvedor fosse essa. Não há, portanto, qualquer evidência de acordo explícito ou implícito entre os concorrentes (Ezrachi; Stucke, 2017, p. 1795, 1796). Tal dificuldade também é ressaltada pelo Cade no Inquérito Administrativo nº 08700.001653/2019-49.

Nesse contexto, surgem questionamentos sobre qual regra de análise seria mais adequada para uma eventual investigação envolvendo colusões algorítmicas autônomas. Este ponto será discutido no item 4 a seguir.

4 COMO AS EMPRESAS DEVEM SER RESPONSABILIZADAS?

4.1 Regra de análise

Qual seria, portanto, o padrão de análise em investigações mais adequado, se o comportamento coordenado não teve qualquer participação humana? Essa é uma resposta que ainda não foi trazida por qualquer autoridade.

A figura abaixo apresenta de maneira resumida o grau de evidência, se há intencionalidade por parte do utilizador do algoritmo e o tipo de regra a ser aplicado para cada uma das quatro categorias de algoritmos apresentadas acima:



Figura 2 - Relação entre cada tipo de algoritmo e regra de análise

	Agreement	Intent	Liability
Category 1: Messenger	Strong evidence	Limited role	<i>Per Se Illegal</i>
Category 2: Hub & Spoke	Mixed evidence	Evidence used to clarify purpose and likely effect	<i>Per Se / Rule of Reason</i>
Category 3: Predictable Agent	No evidence	Evidence used to show motive and awareness in facilitating tacit collusion	Maybe under FTC Act § 5 or Article 102
Category 4: Digital Eye	No evidence	No evidence	Unclear

Fonte: Ezrachi e Stucke (2017, p. 1784).

Portanto, com base nas quatro categorias de algoritmos mencionadas, é evidente que somente o caso do agente previsível e do *digital eye* levantam maiores preocupações perante as autoridades. Os algoritmos mensageiro ou *hub and spoke* podem ser analisados com base nos padrões de análise tradicionais. Entretanto, como os casos em que um algoritmo aumenta a transparência de mercado, incentiva o paralelismo consciente ou utiliza técnicas de autoaprendizado devem ser analisados? A intencionalidade das empresas importa? É cabível falar de intencionalidade, já que, considerando a capacidade dos algoritmos de aprenderem de maneira autônoma, seria muito difícil comprovar uma intenção ou vontade das empresas?

O aspecto central da discussão sobre colusões tácitas provocadas por algoritmos de precificação é a mudança da percepção da relação entre o homem e a máquina, isto é, se o homem deve ou não ser responsabilizado pelas decisões tomadas autonomamente pelos algoritmos. As autoridades devem compreender se a colusão tácita seria um resultado provável, com base na programação e engenharia do algoritmo investigado. Caso positivo, uma eventual responsabilização poderia ser facilmente aplicada. Porém, caso o resultado de colusão fosse improvável e/ou o algoritmo não tivesse sido desenvolvido para provocar uma colusão, caberia uma responsabilização da empresa? A investigação deveria se dar com base na regra da razão ou na análise por objeto? (Ezrachi; Stucke, 2017, p. 1801-1804).

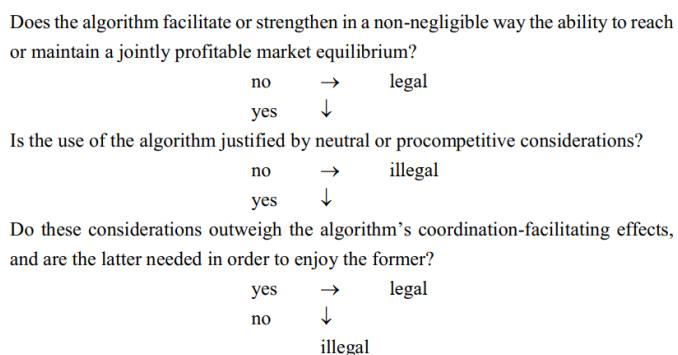
Com base no exposto até o momento, fato é que: (i) o uso de algoritmos de precificação é capaz de trazer eficiências e, portanto, efeitos pró-competitivos para o mercado, (ii) ainda não há nenhum caso concreto que envolva uma colusão tácita algorítmica, e (iii) a ocorrência de uma colusão tácita algorítmica é bastante improvável no contexto atual. Mais ainda, de acordo com as definições do Cade de cartel e colusão tácita, uma coordenação entre algoritmos, sem qualquer tipo de intencionalidade das empresas, evidentemente recai sob o conceito de colusão tácita.

Assim, a aplicação de um padrão de análise que não a regra da razão pela autoridade, além de contrariar definições já sedimentadas pela autoridade, seria uma decisão precipitada e que poderia atribuir um ônus excessivamente grande sobre as empresas – especialmente ao se considerar que é um tema incerto em todo o mundo. Consequentemente, a adoção da regra *per se*

ou por objeto poderia ser bastante prejudicial para o desenvolvimento e a inovação de algoritmos eficientes no Brasil.

Gal (2018 *apud* Van Uytsel, 2020, p. 19) desenvolveu uma regra da razão própria para a análise de algoritmos. Para constatar a licitude ou não de um algoritmo, é necessário realizar três perguntas sucessivas: (i) o algoritmo facilita ou fortalece de maneira não negligenciável a capacidade de alcançar ou manter um equilíbrio de mercado conjuntamente lucrativo?; (ii) o uso do algoritmo é justificado por considerações neutras ou pró-competitivas?; e (iii) essas considerações superam os efeitos facilitadores de coordenação do algoritmo, e esses efeitos são necessários para que se obtenham os benefícios das considerações justificadoras? (Gal, 2018 *apud* Van Uytsel, 2020, p. 19):

Figura 3 - Fluxograma sobre a regra da razão de Gal



Fonte: Van Uytsel (2020, p. 19).

É possível, entretanto, que o Cade adote um entendimento mais conservador para esse tipo de conduta. Conforme precedentes da autoridade envolvendo práticas que possam resultar em um efeito coordenado ou uma colusão tácita, parece haver uma tendência em utilização dos critérios de análise para cartel¹⁵.

15 Vide, por exemplo, entendimentos exarados pela Superintendência-Geral do Cade (SG/Cade) nas Notas Técnicas de Saneamento das investigações sobre trocas de informações concorrencialmente sensíveis no setor de recursos humanos (RH) e na Nota Técnica de Encerramento, com recomendação de condenação, no caso de *aftermarket*: “[...] trocas de informações concorrencialmente sensíveis sobre os termos e condições de trabalho podem **equivaler a uma coordenação, equivalente a um acordo anticoncorrencial**, seja por se tratar de conduta instrumental ao acordo anticompetitivo, seja por ser uma infração autônoma. [...] Além disso, importa ressaltar que o termo “colusão” e até mesmo “cartel” são amplos em seus significados e abrangem, não só acordos anticompetitivos expressos e implícitos, como também outras práticas colusivas. [...] Verifica-se, assim, que a troca de informações concorrencialmente sensíveis entre competidores pode configurar uma colusão em sentido amplo, na medida em que promove uma prática concertada ou de uniformização de condutas, aproximando-se, por conseguinte, de acordos de fixação de preço ou divisão de mercado e outros casos de cartelização” (grifo nosso) (Processo Administrativo nº 08700.000992/2024-75, Nota Técnica nº 35/2025, SEI nº 1574650).

“[...] ainda que não se verifique um precedente específico sobre prática concertada ou troca de informações concorrencialmente sensíveis como conduta autônoma no cenário brasileiro, é pacífico que a prática de indução à conduta uniforme (art. 36, § 3º, inciso II) tem sido usualmente caracterizada como um ilícito por objeto pelo Cade” (grifo nosso) (Processo Administrativo nº 08700.004548/2019-61, Nota Técnica nº 61/2023, SEI nº 1266850).

“[...] mesmo que ausente o acordo para fixar variáveis competitivas ou dividir mercado, verifica-se a ocorrência de uma **colusão tácita** entre os participantes da troca de informações sensíveis. Importa ressaltar que o termo “colusão” e até mesmo “cartel” são amplos em seus significados e abrangem, não só acordos anticompetitivos expressos e implícitos, como também outras práticas colusivas” (grifo nosso) (Processo Administrativo nº 08700.006386/2016-53, Anexo à Nota Técnica de Encerramento nº 85/2025, SEI nº 1620433).



Ressalta-se, entretanto, que esses casos *não* envolvem uma discussão de coordenação sem qualquer tipo de comunicação entre os investigados. No caso de uma colusão algorítmica autônoma, não há interações entre concorrentes ou intencionalidade de alinhamento dos algoritmos. É fundamental que essa questão seja levada em consideração pelo Cade em uma eventual investigação, para evitar uma prática antitruste excessivamente punitiva sobre um tema tão prematuro e que pode prejudicar os avanços tecnológicos no país.

4.2 Possibilidade de responsabilização das empresas em caso de colusões algorítmicas tácitas e plus factors

A despeito das conclusões acima, indaga-se sobre a possibilidade de responsabilização das empresas por condutas anticompetitivas praticadas autonomamente por seus algoritmos. Embora o Cade precise ser muito criteriosas ao abordar esse tipo de caso, para evitar desincentivos a inovações tecnológicas, isso não significa que sua postura deva ser leniente. Isso criaria um ambiente concorrencial em que as empresas não se preocupariam com os impactos de seus algoritmos no mercado, sob o argumento de que não teriam a intenção de provocar uma colusão ou de que não poderiam ser condenadas, pois a colusão foi tácita e não houve nenhum acordo explícito com concorrentes. A longo prazo, não parece que a política antitruste mais adequada seja desvincular a responsabilidade das empresas da utilização de um algoritmo de precificação autônomo.

No âmbito do direito contratual, a doutrina já tem pensado em soluções sobre os responsáveis por contratos desenvolvidos por computadores (*smart contracts*). Uma possível solução é a equiparação de agentes eletrônicos a ferramentas de comunicação, de modo que qualquer mensagem do agente deve ser atribuída ao seu controlador humano. Com isso, não haveria necessidade de transformação dos conceitos do direito contratual: seria aplicado o elemento de justiça, ao considerar que a inclusão de uma máquina na relação contratual foi escolha do próprio indivíduo, e eventuais riscos seriam de responsabilidade do programador e controlador do computador (Silva; Teixeira; Santana, 2021, p. 243).

De acordo com Weitzenboeck, ao colocar o risco obrigações inesperadas nas pessoas que programam, controlam ou de outra forma usam um agente eletrônico, cria-se um incentivo maior para que essas pessoas supervisionem e garantam o bom funcionamento da máquina (Weitzenboeck, 2001, p. 214).

Por outro lado, de acordo com o autor (Weitzenboeck, 2001 *apud* Silva; Teixeira; Santana, 2021, p. 243), essa abordagem seria “*desnecessariamente severa*” para *smart contracts* e não seria justo ou comercialmente razoável responsabilizar o comerciante por comunicações inesperadas só porque era teoricamente possível que o computador as produzisse. Nesse caso, todas as obrigações são direcionadas para o utilizador do agente eletrônico, sendo que há situações em que é possível que a outra parte perceba o erro e previna o surgimento de situações inesperadas (Silva; Teixeira; Santana, 2021, p. 243).

A doutrina também discutiu sobre a possibilidade de atribuição de personalidade jurídica para dispositivos eletrônicos. Como as máquinas são capazes de se desenvolverem de maneira autônoma, assemelhando-se a um ser humano, o adequado seria tratá-las como tal (Silva; Teixeira; Santana, 2021, p. 244). Essa abordagem, por outro lado, não seria adequada no âmbito do direito

antitruste, pois permitiria que as empresas criassem algoritmos de precificação sem se preocuparem com os efeitos que suas tecnologias provocariam no mercado, já que os algoritmos teriam uma personalidade jurídica própria. Além disso, não haveria uma manifestação de vontade do próprio algoritmo, pois, embora ele seja capaz de aprender autonomamente, seu aprendizado será voltado para atingir o objetivo que a empresa desejar.

A atribuição da responsabilidade para o utilizador do agente eletrônico parece ser o mais adequado para o direito antitruste, já que o algoritmo seria evidentemente aplicado em função dos interesses do utilizador. Conforme será detalhado no item 5 abaixo, a responsabilização das empresas deve se dar com base na verificação de *plus factors*. Esses *plus factors* consistiriam em falhas na governança dos algoritmos de precificação que contribuiriam para um resultado colusivo.

5 O AI ACT DA COMISSÃO EUROPEIA: UMA IMPORTANTE REFERÊNCIA PARA O DIREITO CONCORRENCEIAL BRASILEIRO

O *AI Act* é um marco regulatório elaborado pela Comissão Europeia com o objetivo de regulamentar e normatizar o desenvolvimento, comercialização e uso de sistemas de inteligência artificial na União Europeia.

Ele utiliza um sistema de classificação dos sistemas de IA em riscos, os quais podem ser classificados em (i) riscos mínimos, (ii) riscos limitados, (iii) altos riscos e (iv) riscos inaceitáveis. Em síntese, quanto maiores os riscos, maiores as obrigações das empresas para garantir que os sistemas não tragam prejuízos para a sociedade, com exceção dos sistemas de riscos inaceitáveis, que não podem ser utilizados de maneira alguma.

De acordo com os arts. 8 a 17 do *AI Act*, sistemas de alto risco requerem:

- i. o estabelecimento de um sistema de gerenciamento de risco ao longo de todo o ciclo de vida do sistema de IA de alto risco;
- ii. a condução de uma governança de dados, garantindo que os conjuntos de dados de treinamento, validação e teste sejam relevantes, suficientemente representativos e, na melhor medida possível, livres de erros e completos de acordo com o propósito pretendido;
- iii. elaboração de documentação técnica para demonstrar a conformidade e fornecer às autoridades as informações necessárias para avaliar essa conformidade;
- iv. projeção do sistema de IA de alto risco para registro de eventos, permitindo que ele registre automaticamente ocorrências relevantes para identificar riscos em nível nacional e modificações substanciais ao longo de seu ciclo de vida;
- v. fornecimento de instruções de uso aos implementadores subsequentes para permitir a conformidade desses usuários;
- vi. projeção do sistema de IA de alto risco para permitir que os implementadores realizem supervisão humana;
- vii. garantia de que o sistema de IA de alto risco alcance níveis adequados de precisão, robustez e cibersegurança; e



viii. estabelecimento de um sistema de gestão da qualidade para assegurar a conformidade.

A Comissão Europeia também traz obrigações para fornecedores de IA de propósito geral (*general purpose AI - GPAI*), isto é, um modelo de inteligência artificial treinado com grandes volumes de dados e técnicas avançadas de autoaprendizado, capaz de executar diversas tarefas distintas de forma competente. Sua aplicação não se limita a um contexto específico, podendo ser integrado a diferentes sistemas e aplicativos *downstream*, independentemente da forma como é comercializado. Tais fornecedores devem (i) elaborar documentação técnica, incluindo o processo de treinamento e teste, bem como os resultados das avaliações, (ii) fornecer informações e documentação para os provedores *downstream* que pretendem integrar o modelo GPAI em seus próprios sistemas de IA, garantindo que compreendam suas capacidades e limitações e possam cumprir as regulamentações aplicáveis, (iii) estabelecer uma política para respeitar a Diretiva de Direitos Autorais, e (iv) publicar um resumo suficientemente detalhado sobre o conteúdo utilizado para treinar o modelo GPAI.

As obrigações estabelecidas no *AI Act* podem ser utilizadas como referência para a análise de colusões tácitas envolvendo algoritmos de precificação de aprendizado autônomo. As tecnologias de *machine* e *deep learning* são subdivisões do ramo de IA, de modo que o *AI Act* poderia, em teoria, ser aplicado para algoritmos de precificação, embora o propósito da regulamentação seja regular a IA de maneira mais geral.

Grande parte das obrigações das IAs de alto risco e das GPAs podem ser aproveitadas para definir regras para empresas que utilizem algoritmos de precificação, especialmente aquelas que se referem à documentação técnica do modelo de funcionamento do algoritmo; conjunto de dados utilizados para treinar o algoritmo; monitoramento do funcionamento do algoritmo; e estabelecimento de uma gestão de qualidade do algoritmo para garantir que não haja nenhum alinhamento com os preços de outras empresas.

Ainda que não haja um dispositivo legal regulamentando as IAs e/ou algoritmos de precificação, é fundamental que o Cade, elabore, o quanto antes, um guia de boas práticas para desenvolvimento e utilização de algoritmos de precificação de aprendizado autônomo para evitar que colusões tácitas ocorram no futuro. Embora o surgimento de condutas anticompetitivas seja inevitável, é importante que o Cade aproveite o momento atual de improbabilidade de colusão algorítmica autônoma (Dorner, 2021, p. 3) e adote uma postura mais preventiva diante de um ilícito muito difícil de ser identificado e comprovado.

Além disso, as próprias empresas que utilizam ou pretendem utilizar algoritmos de precificação deveriam já manter um registro sobre o funcionamento dessas tecnologias para que, na eventualidade de o Cade iniciar uma investigação, elas tenham provas de que seus algoritmos não se alinharam ao de outras empresas.

Portanto, diante das dificuldades retratadas acima sobre a identificação e a condução de investigações envolvendo possíveis colusões algorítmicas autônomas, o mais adequado seria a criação de um instrumento normativo que atribuisse às empresas um conjunto de obrigações relacionado ao uso de algoritmos de precificação de aprendizado autônomo, tendo em vista que (i) as empresas necessariamente teriam de criar mecanismos de governança para seus algoritmos, evitando potenciais alinhamentos tácitos com os algoritmos de outras empresas, e (ii) investigações envolvendo colusões tácitas entre algoritmos de precificação seriam facilitadas, já que as empresas

teriam evidências documentais sobre o funcionamento dos algoritmos, o que possibilitaria analisar se todos os cuidados possíveis para evitar uma colusão foram adotados.

Nesse sentido, sugere-se a criação de um Grupo de Trabalho do Cade para a elaboração de um “Guia de Boas Práticas para o Uso de Algoritmos de Precificação” para trazer orientações e maior segurança jurídica para o mercado. Com base em referências internacionais, especialmente o *AI Act*, o Guia deve conter princípios fundamentais e gerais como:

- i. Gestão de riscos: as empresas devem conduzir avaliações de impacto concorrencial, identificando e mitigando proativamente o risco de coordenação tácita.
- ii. Transparência e documentação técnica: as empresas devem manter registros detalhados sobre o *design* do algoritmo, dados de treinamento, objetivos programados e testes realizados.
- iii. Supervisão humana: as empresas devem estabelecer mecanismos que permitam a supervisão e a intervenção humana para corrigir ou desativar algoritmos que apresentem comportamento colusivo.
- iv. Auditabilidade: em caso de suspeitas de colusão algorítmica, o Cade ou terceiros credenciados têm autorização para realizar auditorias de avaliação de conformidade, com base em um modelo pré-definido pela autoridade.
- v. Compliance: as empresas são incentivadas a incorporar restrições concorrenciais, como proibições de comunicação ou de uso de dados sensíveis de concorrentes, na arquitetura do algoritmo desde sua concepção. Essa não precisaria ser uma regra obrigatória, mas certamente seria benéfico para a empresa em caso de uma eventual auditoria ou investigação por parte do Cade.

Considerando que o Cade ainda não possui um entendimento consolidado sobre algoritmos, especialmente algoritmos de *machine learning*, é fundamental que haja uma comunicação transparente com o mercado. O Guia acima deve ser elaborado a partir de coleta de informações, via, por exemplo, tomadas de subsídios e consultas públicas, sobre o funcionamento de algoritmos e algoritmos de precificação com especialistas (e.g. desenvolvedores, acadêmicos e o próprio mercado). Assim, será possível elaborar um documento preciso, que trará maior segurança jurídica para as empresas, evitará o surgimento de colusões algorítmicas tácitas e contribuirá para o avanço tecnológico no país.

Mais ainda, após a publicação do Guia e do estabelecimento de um prazo razoável para que as empresas entrem em conformidade com as previsões do documento, o descumprimento das obrigações pode ser considerado como um “*plus factor*” em caso de colusão algorítmica tácita. Com isso, os impasses sobre identificação da conduta, regra de análise e possibilidade de responsabilização seriam solucionados de forma juridicamente viável e pragmaticamente eficaz.



6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme o exposto, algoritmos de precificação são importantes recursos tecnológicos para a economia, melhorando o desempenho e a eficiência das atividades das empresas, bem como a experiência do consumidor.

Entretanto, em razão da possibilidade teórica de resultarem em coordenações tácitas entre concorrentes sem qualquer participação humana, a partir do aprendizado autônomo, os algoritmos de precificação poderiam suscitar preocupações concorrenenciais acerca de seus potenciais impactos negativos para a competição e da capacidade das autoridades concorrenenciais em investigar e condenar tais condutas.

No Brasil, somente colusões tácitas provocadas por agentes previsíveis ou *digital eyes* levantariam questionamentos sobre o *enforcement* do Cade. Os instrumentos de investigação tradicionais não são suficientes e requerem que o Cade realize uma escolha sobre a regra de análise mais adequada para essas situações. Nesses casos, considerando a existência de eficiências decorrentes do uso de algoritmos de precificação e a baixa probabilidade de que os algoritmos accidentalmente coordenem-se entre si, a abordagem mais adequada seria a adoção da regra da razão.

Além disso, há diversos outros elementos que trariam uma insegurança jurídica e um ônus probatório excessivamente elevado sobre os investigados no caso de adoção de um padrão *per se* ou por objeto, como, por exemplo, a inexperiência da autoridade antitruste em colusões algorítmicas autônomas, bem como todas as incertezas que surgiriam em uma eventual investigação sobre o funcionamento dos algoritmos: a constatação se houve de fato ou não o alinhamento entre os algoritmos, o grau de responsabilidade dos agentes que utilizam o algoritmo, entre outras dificuldades.

Por fim, o Cade não deve estudar apenas uma análise *ex-post* dessas condutas. Como colusões tácitas entre algoritmos de precificação podem ser muito difíceis de serem identificadas e provadas, a autoridade deve, principalmente, focar na elaboração de um guia com orientações sobre boas práticas de utilização de algoritmos de precificação, bem como instituir regras para empresas que utilizem essas tecnologias. Isso contribuiria para prevenir que esse tipo de conduta ocorra e para facilitar o próprio trabalho investigativo do Cade no futuro, na eventualidade de suspeita de colusões tácitas por algoritmos em um determinado mercado. Com isso, é possível adotar a regra da razão com base em *plus factors*, a partir da verificação do cumprimento ou não das orientações da autoridade pelos utilizadores de algoritmos de precificação de aprendizado autônomo.

REFERÊNCIAS

AUTORITÉ DE LA CONCURRENCE; BUNDESKARTELLAMT. **Algorithms and Competition**. Bonn: Autorité de la Concurrence, 2019. Disponível em: <https://bit.ly/47FGeSr>. Acesso em: 21 fev. 2025.

BARBOSA, Mariana. Quase 60% das grandes empresas no Brasil já usam inteligência artificial nos negócios. **O Globo**, Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/blogs/capital/post/2024/06/quase-60percent-das-grandess-empresas-no-brasil-ja-usam-inteligencia-artificial-nos-negocios.shtml>. Acesso em: 20 set. 2025.

CALVANO, Emilio; CALZOLARI, Giacomo; DENICOLÒ, PASTORELLO, Sergio. Artificial Intelligence, Algorithmic Pricing, and Collusion.

American Economic Review, v. 110, n. 10, 2020. DOI: 10.1257/aer.20190623. Disponível em: <https://x.gd/zmHkH>. Acesso em: 21 fev. 2025.

COMPETITION MARKETS AUTHORITY (CMA). **Pricing Algorithms**: Economic working paper on the use of algorithms to facilitate collusion and personalised pricing. London, United Kingdom: CMA, 2018. Disponível em: <https://bit.ly/4oyr48s>. Acesso em: 21 fev. 2025.

CORMEN, Thomas H.; LEISERSON, Charles E.; RIVEST, Ronald L.; STEIN, Clifford. **Introduction to Algorithms**. 4. ed. Londres, Inglaterra: The MIT Press, 2022. Disponível em: <https://bit.ly/4nABcfK>. Acesso em: 21 fev. 2025.

DORNER, Florian E. Algorithmic collusion: a critical review. arXiv, 2021. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/2110.04740.pdf>. Acesso em: 25 set. 2025.

EZRACHI, Ariel; STUCKE, Maurice E. Artificial Intelligence & Collusion: When Computers Inhibit Collusion. **University of Illinois Law Review**, 2017. Disponível em: <https://bit.ly/4oqJ4BU>. Acesso em: 21 fev. 2025.

FISH, Sara; GONCZAROWSKI, Yannai A.; SHORRER Ran I. Algorithmic Collusion by Large Language Models. **Arxiv**, 2025. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2404.00806>. Disponível em: <https://x.gd/5yNkzS>. Acesso em: 24 set. 2025.

IBM. **IBM Global AI Adoption Index 2022**: New research commissioned by IBM in partnership with Morning Consult. Armonk: IBM Corporation, 2022. Disponível em: <https://abes.org.br/wp-content/uploads/2022/09/IBM-Global-AI-Adoption-Index-2022.pdf>. Acesso em: 20 set. 2025.

MEHRA, Salil K. Antitrust and the Robo-Seller: Competition in the Time of Algorithms. **Minnesota Law Review**, v. 100, 2016. Disponível em: <https://bit.ly/49yYcs4>. Acesso em: 21 fev. 2025.

MONOPOLKOMMISSION. **Algorithms and collusion**. Bonn, Alemanha: Monopolies Commission, 2018. Disponível em: <https://bit.ly/3LGogHQ>. Acesso em: 21 fev. 2025.

NIELSEN, Michael. **Neural Networks and Deep Learning**. [S. l.; s. n.], 2017. Disponível em: <https://bit.ly/3JKhL6i>. Acesso em: 21 fev. 2025.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Algorithms and Collusion: Competition policy in the digital age**. Paris: OCDE, 2017. Disponível em: <https://bit.ly/3WzgMJ8>. Acesso em: 21 fev. 2025.

RODRÍGUEZ, Manuel J. García; RODRÍGUEZ-MONTEQUÍN, Vicente; BALLESTEROS-PÉREZ, Pablo; LOVE, Peter E. D.; SIGNOR, Regis. Collusion detection in public procurement auctions with machine learning algorithms. **Automation in Construction**, v. 133, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.104047>. Disponível em: <https://bit.ly/3LkioEg>. Acesso em: 25 set. 2025.

SCHWALBE, Ulrich. Algorithms, machine learning, and collusion. **Journal of Competition Law & Economics**, v. 14, n. 4, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1093/joclec/nhz004>. Disponível em: <https://x.gd/OHfvT>. Acesso em: 25 set. 2025.

SILVA, Glacus Bedeschi da Silveira; TEIXEIRA, Luiz Felipe Drummond; SANTANA, Mariana Damiani. Smart contracts concluídos por smart devices: entre o consentimento e o comportamento social



típico. In: **Direito, Tecnologia e Inovação**: v. III: Aplicações Jurídicas De Blockchain. PARENTONI, Leonardo; MILAGRES, Marcelo de Oliveira; VAN DE GRAAF, Jeroen (coord.). Belo Horizonte: Expert, 2021. Disponível em: <https://pos.direito.ufmg.br/downloads/Direito-tecnologia-e-Inovacao-1.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2025. p. 205-264.

SPANN, Martin; BERTINI, Marco; KOENIGSBERG, Oded; ZEITHAMMER, Robert; APARICIO, Diego; CHEN, Yuxin; FANTINI, Fabrizio; ZHE JIN, Ginger; MORWITZ, Vicki; LESCZYC, Peter Popkowski; VITORINO, Maria Ana; WILLIAMS, Gizem Yalcin; YOO, Hyesung. **Algorithmic Pricing**: implications for consumers, managers, and regulators. Cambridge, EUA: NBER, 2025. Disponível em: <https://bit.ly/49BD70f>. Acesso em: 21 fev. 2025.

VAN UYTSEL, Steven. Artificial intelligence and collusion: A literature overview. **SSRN**, 2020. DOI: <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3656822>. Disponível em: <https://x.gd/oavoU>. Acesso em: 25 set. 2025.

WEITZENBOECK, Emily M. Electronic Agents and the Formation of Contracts. **International Journal of Law and Information Technology**, v. 9, n. 3, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1093/ijlit/9.3.204>. Disponível em: <https://x.gd/nLT9u>. Acesso em: 21 fev. 2025.

WILSON, Robert A.; KEIL, Frank C. **The MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences**. Cambridge: The MIT Press, 1999. Disponível em: https://web.mit.edu/morrishalle/pubworks/papers/1999_Halle/MIT_Encyclopedia_Cognitive_Sciences-paper.pdf. Acesso em: 21 fev. 2025.