

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
PUC-SP**

Gabriela Tiemi Luz Moreira

**CONTRATOS INTELIGENTES: Análise das implicações jurídicas perante o
ordenamento brasileiro**

Graduação em Direito

São Paulo

2024

GABRIELA TIEMI LUZ MOREIRA

**CONTRATOS INTELIGENTES: Análise das implicações jurídicas perante o ordenamento
brasileiro**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada à banca examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de BACHAREL em Direito, sob a orientação do prof., dr. Marcelo Guedes Nunes.

São Paulo

2024

Sistemas de Bibliotecas da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo -
Ficha Catalográfica com dados fornecidos pelo autor

Moreira, Gabriela Tiemi Luz
CONTRATOS INTELIGENTES: Análise das implicações jurídica
perante o ordenamento brasileiro. / Gabriela Tiemi Luz
Moreira. -- São Paulo: [s.n.], 2024.
51p. il. ; cm.

Orientador: Marcelo Guedes Nunes.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -- Pontifícia
Universidade Católica de São Paulo, Graduação em Direito,
2024.

1. Contratos Inteligentes. 2. Auto execução de contratos.
3. Direito Civil. 4. Contratos. I. Nunes, Marcelo Guedes .
II. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Trabalho
de Conclusão de Curso para Graduação em Direito. III. Título.

CDD

Aprovada em:

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE
SÃO PAULO
Prof. Dr. / Ms.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE
SÃO PAULO
Prof. Dr. / Ms.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE
SÃO PAULO
Prof. Dr. / Ms.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, Marcelo Guedes Nunes, que me acompanhou neste último ano da faculdade e sempre esteve à disposição para direcionar o caminho do trabalho e sanar eventuais dúvidas.

A todos os meus professores, cuja dedicação e compromisso com o ensino foram fundamentais para minha formação acadêmica. Seus ensinamentos e orientações ao longo do curso foram essenciais para a minha formação como advogada.

A comunidade da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, por proporcionar um ambiente de aprendizado e crescimento, onde foi possível desenvolver não apenas habilidades acadêmicas, mas também valores éticos e sociais que serão levados para toda a vida.

Aos meus pais, irmãos e avó, que me introduziram ao mundo jurídico e sempre estiveram ao meu lado durante esta trajetória. Vocês sempre ofereceram palavras de conforto em tempos difíceis e uma parceria para celebrar os momentos de felicidade. Obrigada pela dedicação para garantir que eu pudesse ter uma educação de qualidade e oportunidades de crescimento.

Aos meus amigos, que estiveram ao meu lado desde antes de eu iniciar essa jornada e que apoiaram minha decisão de embarcar em uma segunda faculdade. Obrigada por se fazerem presentes também nessa segunda caminhada, me trazendo muita alegria.

Aos amigos que fiz durante a faculdade, especialmente aos laços gerados dentro da minha turma. Apesar de um início da faculdade com pandemia, foram muitos momentos de dedicação em conjunto, aprendizado mútuo e apoio nas dificuldades. Sempre compartilhamos conhecimentos e experiências, bem como momentos de descontração essenciais para motivar ainda mais a nossa jornada.

A Vanessa, por estar ao meu lado em todos os momentos, sejam de dificuldade ou de alegria, sempre trazendo leveza e felicidade. Obrigada por ser minha parceira de vida, me apoiar nesta caminhada e por me ajudar a ser uma pessoa melhor, tanto profissional quanto pessoalmente.

Ao time de futsal, com quem compartilhei crescimento coletivo, inúmeras vitórias e incontáveis risadas. Agradeço por todos os momentos vividos e pelas amizades tão importantes que construí ao longo dessa jornada.

Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo. Todos nós sabemos alguma coisa. Todos nós ignoramos alguma coisa. Por isso aprendemos sempre. (FREIRE, 1987, p. 45).

RESUMO

A presente pesquisa tem como objetivo esclarecer e analisar a inovação trazida pelos contratos inteligentes sob a perspectiva jurídica. Tendo em vista que a inovação impulsiona o progresso, a eficiência e adapta-se ao mundo globalizado e digitalizado, os contratos inteligentes surgem como uma promissora revolução nas relações contratuais ao utilizar tecnologias como blockchain para automatizar cláusulas contratuais. Este estudo busca analisar esses contratos juridicamente, visando ampliar seu entendimento e possibilidade de uso no meio jurídico. Nesse contexto, o trabalho adentra a análise dos aspectos jurídicos dos contratos inteligentes, investigando suas características através da teoria ponteana. Ainda, são examinadas as implicações práticas desses contratos, bem como a possibilidade e os desafios de regulamentação. Todas as informações são apoiadas em revisão da literatura e referências confiáveis, o que contribui para a validade e aprimoramento do estudo. A conclusão do trabalho é que os contratos inteligentes podem impactar positivamente o mundo jurídico, desde que devidamente regulamentados.

Palavras-chave: Contratos. Contratos Inteligentes. Inovação. Direito Civil. Implicações Jurídicas. Legislação.

ABSTRACT

The present research aims to clarify and analyze the innovation brought by smart contracts from a legal perspective. Considering that innovation drives progress, efficiency, and adapts to a globalized and digitalized world, smart contracts emerge as a promising revolution in contractual relations by using technologies such as blockchain to automate contractual clauses. This study seeks to legally analyze these contracts, aiming to expand their understanding and potential use in the legal field. In this context, the work delves into the analysis of the legal aspects of smart contracts, investigating their characteristics through Pontean theory. Furthermore, the practical implications of these contracts are examined, as well as the possibilities and challenges of regulation. All information is supported by a literature review and reliable references, which contributes to the validity and enhancement of the study. The conclusion is that smart contracts can positively impact the legal world, provided they are properly regulated.

Keywords: Contracts. Smart Contracts. Innovation. Civil Law. Legal Implications. Legislation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Etapas do Funcionamento dos Contratos Inteligentes.....	19
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Art.	Artigo
CPC	Novo Código de Processo Civil de 2015
CCJC	Comissão de Constituição e Justiça e de Cidadania
EU	União Europeia
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais
P.	Página
PL	Projeto de Lei

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
1 CONTRATOS	16
1.1 Contratos Inteligentes	17
1.2 Diferenças entre Contratos Comuns e Contratos Inteligentes	21
1.3 A Escada Pontearna nos Contratos Inteligentes.....	23
2 IMPLICAÇÕES JURÍDICAS DOS CONTRATOS INTELIGENTES	27
2.1 Autoexecução dos <i>Smart Contracts</i> no Ordenamento Jurídico Brasileiro.....	30
2.2 Proteção de dados	32
2.3 Responsabilidade Civil	35
3 FUTURO JURÍDICO DOS CONTRATOS INTELIGENTES	39
3.1 PL 954/2022	40
3.2 Desafios Regulatórios Específicos	43
3.3 Oportunidade: Utilização dos <i>smart contracts</i> pela Administração Pública ..	46
CONCLUSÃO.....	50
REFERÊNCIAS.....	52

INTRODUÇÃO

Na era contemporânea, a inovação desempenha um papel fundamental na transformação de diversos setores da sociedade, impulsionando o progresso tecnológico e aprimorando práticas existentes. Em um cenário marcado pela rápida transformação digital, a busca por soluções inovadoras tornou-se uma necessidade premente para acompanhar o ritmo acelerado das mudanças.

A capacidade de inovar tornou-se uma vantagem competitiva crucial para empresas, organizações e profissionais em todos os setores. A inovação não apenas impulsiona o desenvolvimento econômico, mas também promove soluções criativas para desafios complexos, melhora a qualidade de vida e abre novas oportunidades para o crescimento e o avanço. Nesse contexto, os contratos inteligentes emergiram como uma inovação disruptiva com o potencial de transformar fundamentalmente as práticas comerciais e legais.

O objetivo deste trabalho é analisar os contratos inteligentes, explorando suas principais características, bem como suas implicações jurídicas, regulamentações e oportunidades. A ideia é tornar claro o entendimento jurídico sobre o uso e os impactos dessa ferramenta, a qual poderá otimizar a eficiência do mundo jurídico contemporâneo, desde que utilizada da forma devida.

Os contratos inteligentes representam uma inovação notável no cenário atual, incorporando tecnologias como blockchain e criptografia para automatizar e executar acordos de forma transparente e segura. A escolha deste tema foi motivada pelo reconhecimento de que essa inovação pode ter um impacto significativo no meio jurídico profissional, redefinindo processos e alterando significativamente a execução de contratos.

Além disso, reconhece-se a importância de todos, especialmente a nova geração de profissionais do direito, compreenderem e estarem atualizados sobre tecnologias inovadoras, como os contratos inteligentes. Essa compreensão é crucial não apenas para se adaptar às mudanças em curso, mas também para aproveitar ao máximo o potencial dessas tecnologias para impulsionar o progresso e a inovação no campo jurídico.

Por fim, é de extrema relevância o esclarecimento das implicações jurídicas relacionadas a tecnologias inovadoras, bem como a garantia de uma regulação adequada, passos essenciais para maximizar os benefícios e mitigar os riscos associados a essas transformações no mundo jurídico e empresarial.

1 CONTRATOS

Os contratos, ao longo da história, têm sido uma ferramenta essencial para regular as relações humanas, permitindo que indivíduos e organizações estabeleçam direitos e deveres de forma clara e segura. O contrato, entendido como o acordo de vontades com a finalidade de criar, modificar ou extinguir direitos e obrigações, é uma ferramenta essencial para a vida em sociedade, promovendo a segurança jurídica e o equilíbrio nas relações interpessoais e comerciais.

O estudo dos contratos constitui um dos pilares fundamentais do Direito Civil, sendo responsável por regular as relações jurídicas voluntárias que se formam a partir da manifestação de vontade entre as partes. A estrutura contratual se fundamenta em princípios como a autonomia da vontade, a boa-fé e a função social, conforme previsto no art. 421 do Código Civil de 2022¹, garantindo que os interesses das partes sejam respeitados e que o equilíbrio contratual seja mantido.

O conceito de contrato é tão antigo quanto a própria sociedade, pois as pessoas, ao viverem em comunidade, passaram a estabelecer acordos para regular suas relações. Desde a época romana, o contrato tem se moldado às necessidades da realidade social.

Historicamente, o conceito de contrato passou por uma evolução substancial, desde suas formas mais rudimentares até os modelos atuais, refletindo as constantes transformações econômicas e sociais. À medida que a sociedade se torna mais dinâmica e complexa, a teoria dos contratos necessita acompanhar essas mudanças, ajustando-se às novas realidades e às distintas relações interpessoais.

No Brasil, o Código Civil de 2002, alicerçado nos princípios já citados anteriormente, isto é, a autonomia da vontade, a boa-fé objetiva e a função social do contrato, consolidou uma estrutura normativa robusta e flexível, capaz de regular uma ampla gama de contratos. Esse código representa um avanço significativo, ao promover o equilíbrio entre a liberdade contratual das partes e a necessidade de proteção dos valores sociais e coletivos.

Em relação ao conceito de contrato, há distintas definições. De acordo com Flávio Tartuce, os contratos são considerados atos jurídicos bilaterais, com o objetivo de criar, modificar ou extinguir direitos e deveres de conteúdo patrimonial, conforme destacado abaixo:

O contrato é um ato jurídico bilateral, dependente de pelo menos duas declarações de vontade, cujo objetivo é a criação, a alteração ou até mesmo a extinção de direitos e

¹ Art. 421. A liberdade contratual será exercida nos limites da função social do contrato.

deveres de conteúdo patrimonial. Os contratos são, em suma, todos os tipos de convenções ou estipulações que possam ser criadas pelo acordo de vontades e por outros fatores acessórios.²

De modo análogo, Maria Helena Diniz destaca que os contratos, além de serem bilaterais, podem ser plurilaterais, considerando a possibilidade de envolver mais de duas partes. A doutrinadora também enfatiza o princípio da autonomia da vontade, essencial para a formação dos contratos. Segundo a autora, o contrato é uma espécie de negócio jurídico que depende do encontro de vontades das partes, atuando como um instrumento de regulamentação de interesses privados, conforme citado no trecho abaixo:

O contrato constitui uma espécie de negócio jurídico, de natureza bilateral ou plurilateral, dependendo, para a sua formação, do encontro da vontade das partes, por ser ato regulamentador de interesses privados. Deveras, a essência do negócio jurídico é a autorregulamentação dos interesses particulares, reconhecida pela ordem jurídica, que lhe dá força criativa.³

Apesar das sutis diferenças nas definições doutrinárias, é consenso que o contrato desempenha um papel central na regulação dos interesses privados na sociedade, formalizando a vontade das partes, de forma reconhecida pelo ordenamento jurídico. O estudo dos contratos é, portanto, essencial para a compreensão dos direitos e deveres das partes contratantes, bem como dos limites impostos pela ordem jurídica para garantir o cumprimento das obrigações pactuadas.

1.1 Contratos Inteligentes

Após explorar brevemente o conceito de contrato, é importante destacar a evolução desse instituto no contexto das novas tecnologias. A partir da crescente digitalização e a inovação nas relações comerciais, surgem novas formas de firmar acordos que vão além dos contratos tradicionais. Nesse cenário, surgem os contratos inteligentes, que utilizam a tecnologia de blockchain para automatizar e garantir a execução das obrigações.

O conceito de contratos inteligentes foi introduzido pela primeira vez por Nick Szabo, na década de 1990, no artigo “*Smart Contracts: Building Blocks for Digital Free Markets*”, como uma forma de digitalizar acordos tradicionais, eliminando a necessidade de

² TARTUCE, Flávio. *Direito Civil: Teoria Geral dos Contratos e dos Contratos em Espécie*. 19ª ed., Rio de Janeiro: Forense, 2024, p. 1.

³ DINIZ, Maria Helena. *Curso de Direito Civil Brasileiro*. Volume 3. 40ª ed., São Paulo: Saraiva, 2024, p. 10.

intermediários. Embora essa ideia tenha sido inovadora, sua aplicação prática na época foi limitada por questões tecnológicas.

Posteriormente, com o surgimento do Bitcoin e outras tecnologias baseadas em blockchain, permitiu-se o armazenamento e verificação de informações de maneira segura e descentralizada. A partir desta evolução, o interesse pelos contratos inteligentes aumentou, especialmente com o desenvolvimento de plataformas como o Ethereum, que viabilizam a execução automática de contratos diretamente no blockchain.

Os contratos inteligentes são essencialmente linhas de código que estabelecem os termos de um acordo. Este é um tipo de contrato digital, muito parecido com um documento tradicional, mas com a capacidade adicional de executar automaticamente os termos previstos, sem a necessidade de intermediários. Karina Bastas Kaehler Marchesin esclarece o conceito de contratos inteligentes:

Os contratos inteligentes (smart contracts) são contratos desenvolvidos em linhas básicas de código, ao invés de termos legais, cujos termos são armazenados em uma Blockchain e executados automaticamente, quando certas condições são atendidas.⁴

Nesse mesmo sentido, conceitua Sthéfano Bruno Santos Divino:

define-se Smart Contract como negócio jurídico unilateral ou bilateral, quase inviolável, imperativo, previamente pactuado escrita ou verbalmente, reduzido à linguagem computacional apropriada (algoritmos) e expresso em um termo digital que representará *ipsis litteris* o anteriormente acordado, armazenado e executado em uma base de banco de dados descentralizado (Blockchain), para geri-lo autônoma e automaticamente desde sua formação à sua extinção - incluindo condições, termos, encargos, e eventuais cláusulas de responsabilidade civil – com auxílio de softwares e hardwares, sem a interferência de terceiros, objetivando à redução de custos de transação e eventuais despesas judiciais, desde que aplicados princípios jurídicos e econômicos compatíveis com a relação contratual instaurada..⁵

Diante do exposto, conclui-se que os contratos inteligentes são autoexecutáveis, isto é, uma vez que determinadas condições são atendidas, as ações predeterminadas são realizadas automaticamente.

Para Marchesin, há quatro etapas a serem cumpridas no processo de utilização do contrato inteligente, conforme identificado na figura abaixo:

Figura 1 - Etapas do Funcionamento dos Contratos Inteligentes

⁴ MARCHESIN, Karina Bastas Kaehler. *Blockchain e smart contracts: as inovações no âmbito do Direito*. São Paulo: Saraiva, 2022, p. 19.

⁵ DIVINO, Sthéfano Bruno Santos. *Smart contracts: conceitos, limitações, aplicabilidade e desafios*. Revista jurídica Luso-Brasileira, ano 4, nº 6. 2771-2808. 2018, p. 18.



Fonte: Karina Bastas Kaehler Marchesin, 2022⁶

É importante destacar que a primeira fase, de criação, não ocorre na blockchain. Esse processo é muito semelhante à elaboração de um contrato tradicional entre as partes envolvidas, com a única diferença de que, além dos termos convencionais, haverá a programação da linha de código. Já as etapas subsequentes ocorrem dentro da blockchain, o que diferencia substancialmente o contrato inteligente dos contratos tradicionais.

Na fase de desenvolvimento, o contrato é armazenado na blockchain e os ativos digitais das partes são bloqueados. Esse bloqueio e armazenamento são cruciais para garantir que, no futuro, o contrato seja executado conforme os termos acordados, sem a possibilidade de intervenção ou alteração.

Já na etapa de execução, o contrato avalia automaticamente os critérios pré-estabelecidos. A partir do momento em que as condições forem cumpridas, o contrato será autoexecutado de acordo com o que foi programado, eliminando a necessidade de ações manuais ou intermediários.

Finalmente, na fase de conclusão, o contrato inteligente reconhece que a execução foi finalizada, e, portanto, os ativos previamente bloqueados são liberados. Esse processo ocorre de maneira automática, garantindo que, uma vez cumpridas as cláusulas, não restam obrigações a serem realizadas entre as partes.

Um exemplo prático da utilização de contratos inteligentes pode ser observado em uma aposta entre duas pessoas sobre o resultado de uma partida de futebol. Suponha que ambas as

⁶ MARCHESIN, Karina Bastas Kaehler. *Blockchain e smart contracts: as inovações no âmbito do Direito*. São Paulo: Saraiva, 2022, p. 20.

partes concordam em apostar um valor específico, e decidem utilizar um contrato inteligente para garantir que a transação seja justa e automatizada.

Nesse cenário, o contrato poderá bloquear os ativos correspondentes à aposta dos participantes até que o resultado oficial seja disponibilizado e, simultaneamente, ser programado para consultar o resultado da partida por meio de uma fonte confiável de dados. Quando o jogo terminar e o resultado for oficialmente divulgado, o contrato automaticamente identifica o vencedor e transfere o valor total da aposta para sua carteira digital, sem necessidade de intervenção de terceiros.

Caso o resultado seja um empate, o contrato pode ser programado para devolver o valor da aposta a ambos os participantes. Dessa forma, o contrato inteligente executa as obrigações de forma automática, assegurando a transparência, segurança e cumprimento do acordo entre as partes.

Ademais, importante citar que a ausência da necessidade de intervenção de pessoas para que o contrato seja executado, seja das partes ou de terceiros, garante um menor custo e maior segurança, visto que elimina intermediários, conforme afirma Karina Marchesin:

os “smart contracts” são a representação digital dos contratos tradicionais, com o objetivo de minimizar a necessidade de confiança em intermediários.⁷

Adicionalmente, pode-se argumentar que a execução automatizada de um contrato inteligente proporciona maior confiança e transparência, uma vez que todas as transações são registradas de maneira imutável em uma base de dados descentralizada, a blockchain. Isso significa que as condições e cláusulas acordadas pelas partes não podem ser alteradas ou manipuladas após sua criação, garantindo a integridade do contrato. A imutabilidade proporcionada pela tecnologia blockchain assegura que o conteúdo do contrato será preservado e respeitado em todas as etapas.

Em conclusão, os contratos inteligentes permitem a automatização e a execução de acordos sem a necessidade de intermediários. A tecnologia blockchain, ao garantir a imutabilidade e a transparência dos termos acordados, proporciona maior confiança e eficiência, assegurando que as obrigações contratuais sejam cumpridas de forma automática e precisa. Assim, os contratos inteligentes oferecem uma solução moderna para as demandas das relações comerciais digitais, ao combinar segurança, economia e confiabilidade.

⁷ MARCHESIN, Karina Bastas Kaehler. *Blockchain e smart contracts: as inovações no âmbito do Direito*. São Paulo: Saraiva, 2022, p. 19.

1.2 Diferenças entre Contratos Comuns e Contratos Inteligentes

Os contratos inteligentes diferem dos contratos comuns em vários aspectos fundamentais. Em primeiro lugar, em relação a forma, enquanto os contratos comuns são baseados em termos legais escritos em palavras, os contratos inteligentes são escritos em linhas de código, permitindo que as cláusulas sejam programadas para atuar de forma autônoma, quando determinadas condições foram atingidas.

Adicionalmente, a principal diferença entre estes tipos de contratos se encontra na forma de execução das obrigações, conforme explicado anteriormente: nos contratos comuns a execução depende de uma ação realizada por uma das partes ou por terceiros, enquanto nos contratos inteligentes a execução ocorre de maneira automática, por meio de um código pré-estabelecido, sem a necessidade de nenhuma intervenção. Nesse sentido, Sthéfano Bruno Santos Divino explica:

uma das diferenças substanciais, se comparado ao contrato tradicional, é a possibilidade de cumprimento e execução forçados da obrigação em caso de adimplemento ou inadimplemento de uma determinada condição pré-estabelecida. Após realizadas as tratativas iniciais com a eventual transcrição do pacto em linguagem da computação, a execução desse negócio jurídico independe da vontade das partes e dispensará posteriores verificações, aprovações ou ações dos envolvidos ou de terceiros.⁸

Diante do exposto, entende-se que um contrato inteligente, sendo um protocolo autoexecutável, tem a capacidade de captar informações, processá-las e realizar as ações acordadas conforme as regras previamente definidas pelas partes.

Dessa forma, ao contrário de um contrato tradicional, que é redigido em linguagem jurídica, as cláusulas de um contrato inteligente devem ser claras, objetivas e prever obrigações de maneira precisa e específica.

Importante ressaltar ainda a importância de as cláusulas dos contratos inteligentes serem extremamente objetivas, pois serão traduzidas em códigos binários, executados de forma automática. Cada termo deve ser claro e previsível para que o sistema possa processá-lo corretamente e tomar as ações devidas, sem necessidade de interpretação humana e, portanto, não há espaço para ambiguidades.

Por outro lado, nos contratos comuns, as cláusulas podem ser mais subjetivas, visto que permitem uma margem maior para interpretação. Isso ocorre porque, nesses contratos, a

⁸ DIVINO, Sthéfano Bruno Santos. *Smart contracts: conceitos, limitações, aplicabilidade e desafios*. Revista jurídica Luso-Brasileira, ano 4, nº 6. 2771-2808. 2018, p. 21.

execução das obrigações depende de uma ação posterior de uma das partes ou de terceiros, que podem interpretar e ajustar o cumprimento conforme seu julgamento das circunstâncias do caso concreto.

Nesse sentido, expressões como "excessiva onerosidade" são vagas e difíceis de definir com precisão. Embora úteis para proporcionar flexibilidade ao contrato e facilitar as negociações, essas cláusulas, por sua natureza não binária e não padronizada, não são adequadas para serem armazenadas ou administradas por contratos inteligentes. (MARCHESIN; KARINA, 2022, p. 20)

Uma solução interessante para permitir cláusulas mais subjetivas em contratos inteligentes é a utilização de contratos híbridos, que combinam elementos de contratos tradicionais escritos com a parte codificada e automatizada dos contratos inteligentes. Nos contratos híbridos, certas cláusulas, que exigem maior grau de interpretação ou flexibilidade, podem ser redigidas em linguagem jurídica tradicional, enquanto as obrigações objetivas e de fácil verificação são implementadas diretamente no código do contrato inteligente. Nesse sentido, explica Marchesin:

É possível combinar contratos escritos em prosa com contratos escritos em código. São os modelos híbridos. Um exemplo disso seria incorporar aos contratos tradicionais, elaborados em papel, estipulações em código apenas para automatizar pagamentos ou transferências de valor.⁹

Um exemplo de contratos híbridos em uma transação comercial seriam os termos de pagamento e entrega serem automatizados e executados via contrato inteligente, enquanto questões como resolução de disputas ou interpretação de cláusulas mais abertas ficariam a cargo de uma parte escrita. Desta forma, as partes conseguem garantir a eficácia do contrato inteligente, em conjunto com a abrangência do contrato comum.

Por fim, ainda vale citar que os contratos comuns podem ser alterados ou contestados, enquanto os contratos inteligentes são imutáveis uma vez registrados na blockchain, garantindo maior segurança e transparência. Mesmo que seja de comum acordo entre as partes, não é possível realizar uma modificação no contrato inteligente, após armazenado no blockchain.

No entanto, é possível prever, no código dos *smart contracts*, cláusulas que permitam seu cancelamento ou rescisão sob determinadas condições, antes de sua execução total. Por exemplo, no caso da aposta mencionada anteriormente, o contrato inteligente pode ser

⁹ MARCHESIN, Karina Bastas Kaehler. *Blockchain e smart contracts: as inovações no âmbito do Direito*. São Paulo: Saraiva, 2022, p. 20.

programado para incluir uma cláusula de rescisão, permitindo que ambas as partes concordem mutuamente em cancelar a aposta antes que o evento (a partida de futebol) ocorra. Nessa situação, o contrato pode ser desenhado para devolver os ativos apostados a cada participante, desde que o cancelamento seja solicitado antes da verificação do resultado.

Nos contratos híbridos, a parte escrita em código segue a mesma regra mencionada anteriormente: não poderá ser alterada após o registro no blockchain, e só poderá ser cancelada caso exista uma cláusula previamente programada para essa finalidade. Por outro lado, a parte redigida em prosa, que segue a estrutura dos contratos tradicionais, pode ser modificada livremente, desde que haja concordância mútua entre as partes envolvidas.

Em síntese, os contratos discutidos diferenciam-se nos seguintes aspectos: (i) quanto à forma, já que um é redigido em palavras e o outro em código; (ii) no que tange à execução, pois um é automático, enquanto o outro exige a intervenção humana; (iii) no grau de objetividade das cláusulas, com um permitindo cláusulas mais abertas e subjetivas, enquanto o outro admite apenas cláusulas binárias e precisas; e (iv) quanto à possibilidade de alteração, sendo que em um as modificações são permitidas e no outro, uma vez registrado na blockchain, são imutáveis.

1.3 A Escada Ponteano nos Contratos Inteligentes

Após o esclarecimento sobre o conceito de contratos inteligentes e as principais diferenças em relação ao contrato comum, será realizada uma análise da teoria de Pontes de Miranda, aplicada aos contratos inteligentes.

A teoria de Pontes de Miranda, amplamente conhecida como a Escada Ponteano, oferece uma análise estruturada dos elementos constitutivos dos contratos, dividindo-os em três planos distintos: existência, validade e eficácia, conforme cita Vanderlei Garcia Jr.:

De fato, para a constituição, a extinção ou a modificação de direitos, deveres e obrigações entre as partes envolvidas na relação negocial, é necessário verificar seus elementos constitutivos, sendo certo que, com efeito, para apreender sistematicamente o tema, faz-se necessário analisá-lo sob os três planos em que o negócio jurídico pode ser visualizado: da existência, da validade e da eficácia.¹⁰

No plano da existência, estão presentes os elementos mínimos necessários para que um contrato seja considerado existente, como o agente, a vontade, o objeto e a forma. Se algum desses elementos estiver ausente, o contrato simplesmente não existe juridicamente.

¹⁰ JR., Vanderlei Garcia. *Manual Prático de Contratos*. 2ª Ed. São Paulo: Saraiva, 2024, p. 11.

O segundo nível é o plano da validade, que diz respeito à qualidade desses elementos. Aqui, a existência de um contrato não é suficiente; os elementos que o constituem precisam estar em conformidade com determinados requisitos. Assim, conforme o art. 104 do Código Civil¹¹, o agente deve ser capaz, a vontade deve ser livre de vícios, o objeto deve ser lícito e a forma prescrita deve obedecer às exigências legais. Se algum desses requisitos não for cumprido, o contrato pode ser considerado nulo ou anulável.

Por fim, o plano da eficácia aborda os efeitos e as consequências que o contrato gera. Isso inclui questões como obrigações, inadimplemento, juros, multas e perdas e danos, que são ativados uma vez que o contrato esteja devidamente existente e válido. Em outras palavras, um contrato só pode produzir efeitos jurídicos se tiver passado pelos planos da existência e validade.

Essa estrutura clara e hierárquica é fundamental para a compreensão da validade e eficácia dos contratos no Direito Civil, permitindo uma análise objetiva e lógica sobre sua conformidade e execução.

Os contratos inteligentes, quando analisados sob a ótica da Escada Ponteanana, cumprem os requisitos do plano da existência, conforme estabelecido pela teoria de Pontes de Miranda. Neste caso, o agente é representado pelas partes que celebram o acordo e codificam suas vontades em um contrato digital.

Já a vontade se manifesta de forma clara visto que as partes precisam concordar previamente com as condições do contrato, formalizando essa concordância por meio da assinatura digital. Já o objeto do contrato, ou seja, aquilo sobre o que o contrato dispõe, também é definido através das regras estabelecidas no código.

Por fim, a forma do contrato, no caso dos contratos inteligentes, é digital, sendo registrada em uma blockchain, o que garante sua integridade e imutabilidade.

Diante do exposto, os contratos inteligentes preenchem todos os requisitos necessários para sua existência jurídica, conforme os princípios da Escada Ponteanana, e são reconhecidos como instrumentos válidos no plano da existência, uma vez que possuem todos os elementos fundamentais para serem considerados contratos.

Adicionalmente, os contratos inteligentes, além de cumprirem os requisitos de existência, também podem ser considerados válidos de acordo com o segundo plano da teoria

¹¹ Art. 104. A validade do negócio jurídico requer:

I - agente capaz;

II - objeto lícito, possível, determinado ou determinável;

III - forma prescrita ou não defesa em lei.

de Pontes de Miranda. Para que um contrato seja válido, ele deve atender a determinados critérios, como a capacidade do agente, a manifestação de uma vontade livre de vícios, a licitude do objeto e a observância da forma prescrita em lei.

Nos contratos inteligentes, o critério relativo à capacidade do agente é observado quando as partes envolvidas são juridicamente aptas a celebrar contratos, assim como ocorre nos contratos tradicionais. Dessa forma, a análise desse requisito não está diretamente vinculada ao tipo de contrato em si, mas às partes que o compõem. Nesse sentido, desde que as partes que firmam o contrato inteligente possuam capacidade jurídica, este requisito será plenamente atendido.

A vontade livre de vícios também pode se fazer presente, pois as partes devem concordar previamente com as condições do contrato ao assiná-lo digitalmente. De forma análoga, o cumprimento deste requisito também não está diretamente conectado com o tipo de contrato em si, visto que é perfeitamente possível expressar a livre vontade nos contratos inteligentes, por meio da assinatura voluntária.

Quanto à licitude do objeto, o contrato inteligente deve dispor sobre um objeto que seja permitido pela legislação vigente; caso o objeto seja ilícito, o contrato será considerado nulo, independentemente da tecnologia utilizada, conforme detalhado abaixo:

Nesse sentido, para que um contrato, tanto o formal quanto o inteligente, seja válido, é necessário que seu objeto seja lícito e possível. Não se pode exigir uma obrigação que viole uma norma jurídica ou que não possa ser realizada, como vender um terreno na lua ou exigir o pagamento de um carregamento de drogas, por exemplo. Outro elemento importante é que o objeto do contrato seja determinado. Obrigações inespecíficas dificultam ou impedem a sua execução.¹²

Por fim, em relação à forma, a lei não exige uma forma específica para este tipo de contrato, e, portanto, os contratos inteligentes cumprem este requisito.

Diante do exposto, conclui-se que cada contrato inteligente, assim como os contratos tradicionais, deve ser analisado individualmente para que se possa verificar sua validade jurídica. Contudo, desde que respeitados esses critérios legais, não há impedimento para que um contrato inteligente seja considerado juridicamente válido. Nesse sentido, explica Daniella Losasso Goerck:

¹² CLICKSIGN. *Smart Contracts: validade jurídica e especificidades*, 2024. Disponível em: <https://www.clicksign.com/blog/a-validade-juridica-e-aplicacao-dos-smart-contracts-contratos-inteligentes#:~:text=Assim%20como%20os%20contratos%20tradicionais,objeto%20seja%201%C3%ADcito%20e%20poss%C3%ADvel>. Acesso em 19 de outubro de 2024.

Especificamente tratando dos smart contracts, o ordenamento jurídico brasileiro não veda a formação e a execução de contratos no meio eletrônico. Assim, a análise da sua validade deve ser feita como se fossem quaisquer outros negócios jurídicos.¹³

Diante do exposto, entende-se que as principais diferenças em relação ao contrato comum, em si, não afetam a validade do contrato, desde que suas cláusulas e condições estejam de acordo com as normas jurídicas aplicáveis. Portanto, a validade de um contrato inteligente é perfeitamente possível, sendo essencial uma avaliação caso a caso para garantir sua conformidade com o ordenamento jurídico.

Conclui-se, portanto, que os contratos inteligentes, analisados sob a ótica da teoria de Pontes de Miranda, preenchem os requisitos do plano da existência e podem ser considerados juridicamente válidos. No próximo capítulo, será abordado o plano da eficácia dos contratos inteligentes, com foco nas implicações jurídicas relacionadas aos contratos inteligentes.

¹³ GOERCK, Daniella Losasso. *Contratos Eletrônicos, Smart Contract e Responsabilidade Civil*. São Paulo: Almedina, 2023, p. 155.

2 IMPLICAÇÕES JURÍDICAS DOS CONTRATOS INTELIGENTES

Neste capítulo, serão discutidas as consequências jurídicas derivadas da utilização dos contratos inteligentes. Nesse sentido, serão analisadas a eficácia e a legalidade da autoexecução destes contratos, bem como eventuais problemas gerados, como a proteção dos dados das partes envolvidas e questões relacionadas à responsabilidade civil.

Primeiramente, será analisada a eficácia dos contratos inteligentes, com foco na execução automática e os possíveis desafios que essa característica pode trazer. O objetivo é compreender quais as consequências jurídicas da autoexecução destes contratos.

Conforme mencionado anteriormente, o plano da eficácia, de acordo com a Escada Pontean, diz respeito à capacidade de um contrato produzir efeitos jurídicos. Esses efeitos correspondem às consequências legais resultantes de um contrato ou ato jurídico, refletindo os direitos e obrigações que são criados, alterados ou extintos entre as partes envolvidas. Tais efeitos, passíveis de exigência ou cumprimento conforme as disposições legais, podem incluir, por exemplo, o pagamento de uma quantia, a entrega de um bem ou a aplicação de sanções em casos de inadimplemento.

É fato que os contratos inteligentes produzem efeitos práticos de forma automática, pois são programados para serem autoexecutáveis. Assim, ao serem satisfeitas as condições do contrato, os efeitos práticos são gerados instantaneamente, garantindo a execução rápida das cláusulas acordadas. Por exemplo, se o contrato inteligente prevê o pagamento de uma quantia após a conclusão de determinado evento, assim que esse evento é verificado, o pagamento é realizado automaticamente.

Por outro lado, é importante diferenciar que nem todos os efeitos que um contrato produz na realidade são automaticamente considerados efeitos jurídicos. Para que um efeito seja juridicamente relevante, ele deve estar previsto e reconhecido pelo ordenamento jurídico. Efeitos na realidade podem existir sem que gerem, por si só, consequências jurídicas, se não estiverem de acordo com as normas legais ou não tiverem sido devidamente formalizados.

Nesse sentido, o presente trabalho busca discutir se os efeitos causados pelos contratos inteligentes podem ser considerados eficazes no âmbito jurídico, mesmo que ocorram automaticamente na prática.

Assim como nos demais planos, entende-se que os contratos inteligentes são potencialmente eficazes, mas sua plena eficácia jurídica depende da sua adequação aos requisitos legais e da aceitação das instituições jurídicas, conforme explica Daniella Losasso Goerck:

os fatos de eficácia dos smart contracts são os mesmos dos outros negócios jurídicos, com a diferença de que são indicados em linguagem de computação e protocolos informatizados autoexecutáveis.¹⁴

Conclui-se, portanto, que mesmo um contrato inteligente que produz efeitos na prática, como uma transferência de criptomoedas, terá sua eficácia jurídica questionada se não estiver de acordo com as normas que regem a relação contratual no país.

É possível conceber uma situação em que um contrato inteligente, programado para executar automaticamente os comandos predefinidos pelas partes, contenha vícios intrínsecos que maculam sua validade jurídica. Em tal cenário, apesar de o contrato inteligente operar conforme sua lógica algorítmica, gerando efeitos imediatos e automáticos no plano fático, esses efeitos carecem de legitimidade no ordenamento jurídico, uma vez que o negócio jurídico subjacente está contaminado por um vício que o torna nulo.

Por exemplo, suponha-se que uma das partes envolvidas no contrato seja juridicamente incapaz, como um menor de idade, ou que o objeto do contrato seja ilícito. Tais situações constituem vícios de validade que, à luz do Direito Civil, acarretam a nulidade do contrato. Contudo, o contrato inteligente, limitado à sua codificação e insensível a aspectos subjetivos ou normativos, não possui os mecanismos para identificar tais vícios. Ele simplesmente verifica o cumprimento das condições objetivas programadas, como um resultado de uma partida de futebol, e, uma vez satisfeito, executa automaticamente as disposições contratuais.

Com essa ideia, entende-se que no caso do contrato ser nulo, esse processo de autoexecução, gera um efeito puramente prático, sem qualquer respaldo no plano jurídico. A transação pode ocorrer de forma automática, com a transferência de ativos ou direitos, mas o vício original que afeta a validade do contrato impede que tais efeitos tenham reconhecimento jurídico.

Dessa forma, ainda que a execução automática do contrato inteligente produza resultados práticos, esses resultados são meramente aparentes e não vinculam as partes juridicamente. A nulidade do contrato subsiste, e qualquer efeito gerado poderá ser desfeito, conforme os princípios jurídicos aplicáveis.

Ocorre, assim, um dissociamento entre a autoexecução e a eficácia do contrato inteligente, demonstrando os limites destes contratos quando confrontados com a complexidade

¹⁴ GOERCK, Daniella Losasso. *Contratos Eletrônicos, Smart Contract e Responsabilidade Civil*. São Paulo: Almedina, 2023, p. 158.

do Direito, que exige a conformidade do negócio com as normas e princípios legais para que se produza efeitos eficazes e válidos.

Diante do exposto, ressalta-se que um dos grandes desafios dos contratos inteligentes é o fato de que eles podem gerar efeitos práticos, sem necessariamente oferecerem a garantia da eficácia destes efeitos.

Nos contratos tradicionais, por outro lado, essa problemática é mitigada pela intervenção necessária de agentes humanos ou institucionais antes da execução das obrigações. A participação de terceiros, e a própria necessidade de cumprimento das formalidades legais funcionam como uma etapa de controle. Nesse processo, não apenas as partes envolvidas revisam os termos, mas também outros profissionais ou autoridades podem identificar eventuais falhas ou irregularidades, garantindo que a execução da obrigação seja acompanhada de um exame cuidadoso da validade do contrato.

Ademais, é importante destacar que a solicitação do cumprimento de uma obrigação apresenta menos margem para erros do que desfazer algo que já foi executado. Em um contrato tradicional, por exemplo, exigir que uma parte cumpra uma obrigação, como o pagamento de uma dívida, oferece mais oportunidades para discussão e ajustes antes que o ato seja efetivamente realizado.

No entanto, uma vez que a obrigação já foi cumprida — como no caso em que um pagamento foi realizado ou um bem foi transferido — o processo de reversão dessa execução se torna muito mais complexo.

Para obter a devolução de um valor pago indevidamente ou a reversão de um ato já consumado, a parte lesada muitas vezes precisará entrar com uma ação judicial para anular o ato, alegando vício de consentimento, nulidade do contrato ou alguma outra irregularidade. Essa reversão pode ser demorada e, em alguns casos, pode não ser possível, dependendo das circunstâncias.

Como os contratos inteligentes são autoexecutáveis e operam sem a intervenção humana, uma vez que a obrigação é cumprida automaticamente — como a transferência de dinheiro ou a entrega de um bem — desfazer essa execução pode ser extremamente complicado. A natureza automatizada dos contratos inteligentes impede uma revisão prévia de legalidade ou conformidade, tornando o processo de reversão de efeitos práticos ainda mais árduo.

Outra questão que agrava esse problema nos contratos inteligentes é a falta de flexibilidade. Em um contrato comum, a intervenção humana pode ajustar, modificar ou suspender a execução de uma obrigação ao identificar irregularidades no curso do

cumprimento. Esse controle contínuo permite que as partes reajam a qualquer situação de inconformidade legal antes de causar prejuízos práticos.

No caso dos *smart contracts*, essa capacidade de intervenção é muito limitada, uma vez que a automação depende de parâmetros predeterminados e não está preparada para considerar nuances jurídicas ou interpretar cláusulas que envolvam julgamentos subjetivos.

Além disso, a ausência de uma fase de execução que permita reconsiderações ou revisões torna difícil a aplicação de princípios como a boa-fé e a função social do contrato, especialmente quando surgem questões que vão além da lógica binária programada no código. Essa limitação coloca em evidência a necessidade de desenvolver mecanismos híbridos ou supervisão externa para equilibrar a rigidez da automação com os critérios de validade e justiça que são próprios dos contratos tradicionais.

2.1 Autoexecução dos *Smart Contracts* no Ordenamento Jurídico Brasileiro

Em continuidade à análise sobre a autoexecução dos contratos inteligentes, este subcapítulo se volta para uma abordagem no contexto do ordenamento jurídico brasileiro.

Nesse sentido, será feita uma análise sobre a possibilidade de os contratos inteligentes se harmonizarem com os procedimentos de execução previstos na legislação, avaliando se a execução automática desses contratos atende aos requisitos legais e às garantias processuais exigidas no Brasil.

O Código Penal, em seu artigo 345¹⁵, estabelece que não é permitido fazer justiça com as próprias mãos, ainda que para garantir um direito. Essa conduta é classificada como exercício arbitrário das próprias razões e constitui crime.

Além disso, o artigo 786 do CPC¹⁶ postula que a execução de obrigações decorrentes de um contrato pode ser exigida apenas por meio de um processo judicial específico. Quando uma parte assina um contrato e não cumpre voluntariamente a obrigação, a parte interessada deve recorrer ao Judiciário para exigir o cumprimento. Dessa forma, por analogia, como o credor não pode ir à casa do devedor para forçar o cumprimento da obrigação, o mesmo deveria ser aplicado para a execução automática nos contratos inteligentes.

¹⁵ Art. 345 - Fazer justiça pelas próprias mãos, para satisfazer pretensão, embora legítima, salvo quando a lei o permite: Pena - detenção, de quinze dias a um mês, ou multa, além da pena correspondente à violência.

¹⁶ Art. 786. A execução pode ser instaurada caso o devedor não satisfaça a obrigação certa, líquida e exigível consubstanciada em título executivo.

Ademais, a execução forçada, que ocorre mediante supervisão judicial, deve assegurar que os meios empregados sejam proporcionais e adequados, evitando-se atos arbitrários. Caio Mário também reitera que o uso de força privada para a execução de um contrato é ilegal, devendo qualquer medida coercitiva ser aplicada somente por ordem judicial, respeitando os procedimentos previstos na lei, conforme citado abaixo:

Na vigência do art. 881 do Código Civil de 1916, dúvida foi levantada, se era lícito ao credor proceder por si mesmo ou se a disposição legal lhe abria as portas da justiça, para obter uma sentença, autorizando-o a proceder assim. **E a doutrina fixou-se neste sentido, baseada em que ninguém pode fazer justiça com suas próprias mãos.** O novo Código poderia ter afastado toda a polêmica se tivesse adotado a redação do art. 105 do Projeto de Código de Obrigações de 1965, segundo o qual “pode o credor ser autorizado por sentença a executar a prestação às expensas do devedor”. É, porém, certo que, **na recusa do devedor, a prestação do fato ou o desfazimento do ato somente pode ser obtida pela via judicial.** (grifo próprio).¹⁷

Adicionalmente, o artigo 5º, inciso XXXV¹⁸, da Constituição Federal consagra o princípio da inafastabilidade do controle jurisdicional, segundo o qual nenhuma lesão ou ameaça a direito pode ser excluída da apreciação do Poder Judiciário. Isso significa que, se uma obrigação não for voluntariamente cumprida, o credor deve buscar a tutela do Estado, por meio do Judiciário, para que a execução seja realizada de forma legítima e proporcional.

Portanto, entende-se que o ordenamento jurídico brasileiro impede que uma parte execute unilateralmente a obrigação de outra, devendo recorrer aos meios legais para que a execução seja realizada de forma legítima e segura, sob a supervisão do Poder Judiciário.

Nos contratos inteligentes, a autoexecução ocorre de forma imediata e automatizada, o que significa que o cumprimento das obrigações é feito sem intervenção judicial. Essa característica pode ser vista como um desrespeito às garantias processuais previstas para o devedor, que tem direito a um processo formal no qual possa contestar ou adimplir a obrigação de forma voluntária.

Nesse sentido, os *smart contracts*, ao executarem as obrigações sem observar o devido processo legal e as garantias judiciais, podem ser considerados incompatíveis com o ordenamento jurídico brasileiro.

¹⁷ PEREIRA, Caio Mário da Silva. *Instituições de Direito Civil: Teoria Geral das Obrigações*. 34ª edição. Volume II. Rio de Janeiro: Forense, 2023, p. 77

¹⁸ Art. 5º Todos são iguais perante a lei, sem distinção de qualquer natureza, garantindo-se aos brasileiros e aos estrangeiros residentes no País a inviolabilidade do direito à vida, à liberdade, à igualdade, à segurança e à propriedade, nos termos seguintes: XXXV - a lei não excluirá da apreciação do Poder Judiciário lesão ou ameaça a direito;

Por outro lado, é importante considerar o artigo 249 do Código Civil¹⁹, que prevê a possibilidade de execução de uma obrigação por meio de terceiros, quando o devedor não a cumpre pessoalmente. Esse artigo indica que, se o devedor não cumprir a obrigação, o credor não pode forçá-lo diretamente, mas pode contratar um terceiro para executar a obrigação, cobrando os custos do devedor. Contudo, isso deve ser feito por vias legais e não de forma arbitrária.

Diante do exposto, entende-se que se a prestação não exigir uma atuação pessoal do devedor, o credor pode contratar um terceiro para executá-la. Essa perspectiva abre uma interpretação interessante no contexto dos contratos inteligentes, já que se pode argumentar que a tecnologia utilizada para a autoexecução das obrigações funcionaria como um “terceiro” neutro.

Se considerarmos as máquinas, ou o código de programação, como uma espécie de terceiro, a execução automática dos contratos inteligentes pode estar em conformidade com o ordenamento jurídico brasileiro. A neutralidade das máquinas – que operam de acordo com parâmetros predefinidos e sem interesses próprios – pode permitir que sejam vistas como uma extensão do mecanismo de execução por terceiros, já que agem apenas para concretizar o que foi previamente acordado entre as partes. Dessa forma, a autoexecução dos contratos inteligentes poderia ser enquadrada como uma forma válida de cumprimento indireto das obrigações, mantendo a compatibilidade com o ordenamento jurídico.

Em conclusão, a análise da autoexecução dos contratos inteligentes no contexto do ordenamento jurídico brasileiro permite entendimentos distintos. Por um lado, a autoexecução imediata desses contratos pode parecer incompatível com os requisitos processuais e garantias previstas na Constituição Federal, no CPC e no Código Penal, por executar forçadamente sem a presença do judiciário. Por outro lado, o artigo 249 do Código Civil permite uma interpretação que viabiliza a execução por meio de terceiros. Nesse sentido, ao considerar a tecnologia utilizada nos contratos inteligentes como um "terceiro" neutro e automatizado, é possível enquadrar essa forma de cumprimento como uma execução indireta válida e juridicamente aceita.

2.2 Proteção de dados

¹⁹ Art. 249. Se o fato puder ser executado por terceiro, será livre ao credor mandá-lo executar à custa do devedor, havendo recusa ou mora deste, sem prejuízo da indenização cabível.

Embora a autoexecução dos contratos inteligentes possa ser considerada válida perante o ordenamento jurídico brasileiro, conforme o artigo 249 do Código Civil, seu uso pode suscitar preocupações quanto à conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD). A LGPD estabelece princípios e regras para o tratamento de dados pessoais, garantindo a proteção da privacidade e dos direitos fundamentais dos indivíduos. A execução automática e descentralizada dos contratos inteligentes, que ocorre por meio de um protocolo informacional baseado em blockchain, traz alguns desafios específicos para o cumprimento dos requisitos legais impostos pela LGPD.

Os contratos inteligentes por normalmente operam em uma blockchain pública apresentam um desafio intrínseco: o equilíbrio entre a transparência das transações e a proteção dos dados.

A blockchain pública é projetada para ser um sistema transparente, onde todas as transações são visíveis e rastreáveis por qualquer pessoa, o que garante transparência e confiabilidade. No entanto, essa transparência pode entrar em conflito com a necessidade de proteger dados sensíveis e garantir a privacidade dos indivíduos.

Embora as transações na blockchain possam ser realizadas de forma anônima, com identificadores criptográficos em vez de informações pessoais explícitas, todos os detalhes da transação ficam permanentemente registrados no sistema, conforme explica William Mougayar:

Tecnicamente, o blockchain é um banco de dados de *back-end* que mantém um registro distribuído que pode ser inspecionado abertamente.²⁰

Diante do exposto, entende-se que, se algum dado sensível ou identificável for inserido no contrato inteligente, ele ficará disponível para qualquer usuário com acesso à rede, potencialmente violando os princípios de proteção de dados, como os previstos no artigo 6, VII da LGPD²¹. A exposição de detalhes que, mesmo de forma indireta, possam revelar informações pessoais pode comprometer o anonimato dos envolvidos.

Ainda, os contratos inteligentes, apesar de sua estrutura segura em blockchain, não estão imunes a ataques. Hackers podem roubar dados fornecidos durante a execução desses contratos, especialmente quando contêm informações sensíveis que ficam registradas na rede. Mesmo que

²⁰ MOUGAYAR, Willian. *Blockchain para negócios: promessa, prática e aplicação da nova tecnologia da internet*. Rio de Janeiro: Alta Books, 2017, p.4.

²¹ Art. 6º As atividades de tratamento de dados pessoais deverão observar a boa-fé e os seguintes princípios: VII - segurança: utilização de medidas técnicas e administrativas aptas a proteger os dados pessoais de acessos não autorizados e de situações acidentais ou ilícitas de destruição, perda, alteração, comunicação ou difusão;

as transações sejam anônimas, os dados ficam registrados na blockchain pública, o que permite que atacantes habilidosos usem técnicas para identificar usuários, explorar vulnerabilidades ou obter informações confidenciais inseridas no contrato. Isso representa uma ameaça séria para a privacidade e a segurança das partes envolvidas.

Um exemplo desta atuação poderia ser um contrato inteligente usado em uma transação de fusão entre duas grandes empresas de tecnologia. Esse contrato, automatizado para facilitar o pagamento e a transferência de ativos, contém informações extremamente sensíveis, como detalhes financeiros confidenciais, informações sobre propriedade intelectual, estratégias de mercado, dados de clientes e até mesmo segredos comerciais de ambas as partes. Se um hacker conseguir explorar uma vulnerabilidade no código do contrato, ele pode acessar todas essas informações. A exposição desses dados poderia comprometer a competitividade das empresas, prejudicar suas operações, causar a perda de confiança dos investidores e até mesmo inviabilizar a transação.

Ademais, além de acesso aos dados, os hackers também podem explorar vulnerabilidades no código, o que foi exemplificado no caso da *Decentralized Autonomous Organization (DAO)*, em que um *exploit* permitiu o desvio de US\$ 50 milhões em criptomoeda. Nesse cenário, a ausência de controle centralizado e a impossibilidade de interromper a execução automática dos contratos facilitam a ação de agentes maliciosos, que podem causar danos significativos antes que qualquer medida corretiva possa ser implementada.

O desafio, portanto, é encontrar um ponto de equilíbrio em que a transparência inerente ao sistema blockchain seja mantida sem comprometer a proteção dos dados pessoais. As soluções devem buscar respeitar tanto a necessidade de uma rede pública e auditável quanto as exigências legais e éticas de privacidade e segurança da informação. Isso envolve a implementação de práticas e tecnologias que protejam os dados sem comprometer a funcionalidade e os benefícios dos contratos inteligentes.

Nesse sentido, entre essas soluções, está o uso de blockchains híbridas ou permissionadas, que combinam a transparência da rede pública com controles adicionais sobre o acesso a dados específicos, garantindo que apenas partes autorizadas possam visualizar certos detalhes.

Outro ponto relevante é a imutabilidade característica do blockchain, que armazena as informações de forma permanente e descentralizada. Essa característica pode dificultar o exercício dos direitos dos titulares de dados, como o direito de correção, eliminação e

portabilidade dos dados pessoais, previstos no artigo 18, incisos III e VI da LGPD²². Uma vez que os dados são gravados na blockchain, sua remoção ou modificação se torna praticamente inviável, criando uma possível incompatibilidade com as exigências da LGPD, que requer a possibilidade de exclusão dos dados mediante solicitação do titular.

Por fim, ainda vale citar que o tratamento de dados em contratos inteligentes pode violar o princípio da minimização, previsto no artigo 6, III da LGPD²³, que exige que os dados pessoais tratados sejam adequados, relevantes e limitados ao necessário para a finalidade específica do contrato. A arquitetura dos contratos inteligentes pode resultar na coleta e armazenamento de dados além do estritamente necessário para a execução do contrato, violando as diretrizes legais de proteção de dados.

Diante do exposto, conclui-se que, embora os contratos inteligentes possam trazer benefícios significativos em termos de eficiência e automação, é necessária a adequação das exigências da LGPD para não resultar em violações aos direitos de privacidade. A implementação de medidas de proteção de dados deve ser uma prioridade na adoção dessa tecnologia, para assegurar que os benefícios dos contratos inteligentes sejam alcançados em conformidade com as normas de proteção de dados.

2.3 Responsabilidade Civil

Ainda analisando a aplicação prática dos contratos inteligentes, este tópico irá refletir sobre os desafios relativos à responsabilidade civil que emergem com essa tecnologia. No contexto do ordenamento jurídico brasileiro, onde a execução de obrigações geralmente requer supervisão judicial e respeita garantias processuais, a natureza autônoma dos contratos inteligentes levanta questões sobre como responsabilizar eventuais danos causados pela sua execução automática.

O problema gerado é que a execução automática não elimina o risco de falhas ou erros na execução, principalmente oriundos de vulnerabilidades no código ou na forma como os termos foram programados. Caso essas falhas provoquem danos a uma das partes ou a terceiros,

²² Art. 18. O titular dos dados pessoais tem direito a obter do controlador, em relação aos dados do titular por ele tratados, a qualquer momento e mediante requisição:

III - correção de dados incompletos, inexatos ou desatualizados;

VI - eliminação dos dados pessoais tratados com o consentimento do titular, exceto nas hipóteses previstas no art. 16 desta Lei;

²³ Art. 6º As atividades de tratamento de dados pessoais deverão observar a boa-fé e os seguintes princípios:

III - necessidade: limitação do tratamento ao mínimo necessário para a realização de suas finalidades, com abrangência dos dados pertinentes, proporcionais e não excessivos em relação às finalidades do tratamento de dados;

surge o problema de identificar quem seria o responsável, conforme explica Rodrigo da Guia Silva:

Tais riscos tendem a decorrer, em sua maioria, da própria engenharia do programa, além da possibilidade, como se verá, de alguns riscos decorrerem da ação humana, ou mesmo da interação entre softwares. A grande problemática gira em torno da pessoa sobre a qual recairá a responsabilidade quando se estiver diante um dano gerado em decorrência de uma interação sem a participação direta de pessoas. Insta salientar, desde logo, que não se tem notícia da formulação de uma resposta definitiva para essa questão.²⁴

Diante do exposto, a autoexecutoriedade dos contratos inteligentes coloca em evidência a dificuldade de se determinar a responsabilidade civil nos casos em que o contrato não é executado conforme a vontade das partes.

Por exemplo, um erro no código do contrato pode levar à execução incorreta de uma obrigação, como a transferência indevida de valores. Nessas situações, diferentemente dos contratos tradicionais, onde a supervisão humana permite identificar e corrigir erros antes da execução, os contratos inteligentes não oferecem essa margem de segurança. Assim, a responsabilização se torna complexa, pois envolve a identificação de quem deve responder pelo dano.

Além disso, a descentralização dos contratos inteligentes, por operarem em plataformas de blockchain, dificulta ainda mais essa tarefa. Como a execução ocorre em uma rede distribuída, composta por diversos nós que validam as transações, não há um único operador ou responsável diretamente identificado pela execução dos termos. Isso difere das situações tradicionais, onde um agente ou prestador de serviço específico é identificado como responsável pelo cumprimento da obrigação. Nos contratos inteligentes, a ausência de uma figura centralizada dificulta a imputação de responsabilidade.

A questão torna-se ainda mais complexa quando se considera que, para a criação e implementação de um contrato inteligente, é necessário traduzir os termos acordados para uma linguagem de programação específica. Isso geralmente exige conhecimentos técnicos especializados, que a maioria dos contratantes não possui. Conseqüentemente, a efetividade do contrato depende da correta tradução da vontade das partes para o código. Qualquer falha nessa tradução pode resultar na execução de obrigações que não correspondem ao que foi acordado, gerando potencialmente danos cujas responsabilidades são difíceis de determinar.

²⁴ SILVA, Rodrigo da Guia; PINTO, Melanie Dreyer Breitenbach. *Contratos inteligentes (smart contracts) esses estranhos (des)conhecidos*. Revista dos Tribunais Online. Revista de Direito e Novas Tecnologias. volume 5, 2019, p. 5.

Nessa situação, a responsabilidade pode recair sobre os programadores ou desenvolvedores do contrato, caso fique comprovado que houve falha ou negligência na programação. A alocação de responsabilidade é ainda mais relevante quando o adimplemento do contrato não depende das partes diretamente, mas sim da execução automática garantida pelo sistema.

Com a finalidade de tentar resolver essas questões, há diferentes teorias de risco que oferecem abordagens variadas sobre a responsabilidade. A teoria do risco da atividade, por exemplo, sugere que quem cria o risco ao desenvolver um contrato inteligente deve suportar os possíveis danos. Já a teoria do risco-proveito defende que quem obtém lucro com a tecnologia deve ser responsabilizado pelos eventuais danos decorrentes. Além disso, a teoria do risco de desenvolvimento pode ser relevante para casos em que os riscos associados ao uso de novas tecnologias só se tornam conhecidos após sua aplicação no mercado, possibilitando uma reavaliação das responsabilidades. (GOERCK, 2023, p. 172-176). Importante citar que apesar de haver diversas teorias, ainda não há um consenso de qual delas deverá ser utilizada quando da determinação da responsabilidade civil.

No Brasil, o ordenamento jurídico ainda não possui uma legislação específica voltada para os danos causados por tecnologias emergentes, como os *smart contracts*. Por isso, esses casos são tratados com base nas normas de responsabilidade civil existentes, conforme os artigos 927 a 954 do Código Civil. No entanto, devido à autonomia dos contratos inteligentes, essa abordagem é insuficiente para lidar com a complexidade e a natureza autônoma dessas tecnologias.

Para lidar com esses desafios, será necessário que o ordenamento jurídico adapte os conceitos tradicionais de responsabilidade civil aos novos riscos apresentados pela tecnologia. A análise deve incluir a identificação de todos os atores envolvidos na criação e execução do contrato inteligente, conforme cita Daniella Losasso Goerck:

Mas os *smart contracts* possuem um aspecto adicional: a capacidade de o ser humano controlar a tecnologia desenvolvida e garantir a observância dos termos acordados entre as partes, independentemente da autonomia e da complexidade da tecnologia. Assim, nessa relação estão envolvidos não só os contratantes, mas desenvolvedores, programadores, proprietários e operadores dos sistemas responsáveis pela validação do protocolo informacional.²⁵

²⁵ GOERCK, Daniella Losasso. *Contratos Eletrônicos, Smart Contract e Responsabilidade Civil*. São Paulo: Almedina, 2023, p. 162.

Nesse sentido, dependendo do dano causado pela execução do contrato, a responsabilidade pode recair sobre diferentes agentes, o que exige uma abordagem jurídica criteriosa.

Enquanto o sistema jurídico não evolui para tratar especificamente da responsabilidade em tecnologias emergentes, a responsabilização deve ser considerada caso a caso, levando em conta o grau de risco envolvido e a conduta dos programadores e desenvolvedores, especialmente se a falha poderia ter sido prevista e evitada.

Diante do exposto, conclui-se que a autoexecução dos contratos inteligentes representa tanto uma inovação promissora quanto um desafio significativo para a responsabilidade civil. O ordenamento jurídico precisará evoluir para contemplar essas novas situações, estabelecendo regras claras sobre a imputação de responsabilidade nos casos em que a tecnologia falha ou é usada de maneira indevida, enquanto se adapta aos riscos e oportunidades trazidos pelos avanços tecnológicos.

3 FUTURO JURÍDICO DOS CONTRATOS INTELIGENTES

Neste capítulo, serão abordadas as perspectivas futuras para os contratos inteligentes no Brasil, começando por um panorama sobre a necessidade de adaptação legislativa a estas inovações tecnológicas. Em seguida, será analisado o Projeto de Lei 954/2022, que visa regulamentar o uso de contratos inteligentes e definir diretrizes para sua integração ao ordenamento jurídico. A discussão incluirá também os principais desafios legais e regulatórios, além de explorar a possibilidade de uso desses contratos pela Administração Pública, considerando benefícios e obstáculos.

Como mencionado anteriormente, a utilização dos contratos inteligentes demanda uma inserção clara e específica na legislação, a fim de garantir que essa tecnologia esteja devidamente regulamentada. Essa inclusão é fundamental para assegurar a segurança jurídica, estabelecer diretrizes claras para sua aplicação e enfrentar os desafios inerentes a essa nova forma de contratar.

Neste contexto, é importante citar que as transformações no campo jurídico costumam ocorrer de forma gradual, posteriormente as mudanças sociais, econômicas e tecnológicas. O Direito, como sistema normativo aberto, busca garantir a segurança jurídica e a estabilidade das relações sociais, o que exige uma adaptação cuidadosa às novas realidades, conforme cita Ricardo Maurício Freire Soares:

Salvo melhor juízo, parece melhor aceitar a ideia de que o sistema jurídico figura como uma ordem aberta, porque o legislador não pode prever, tal como se fosse um oráculo divino, a dinâmica das relações sociais. Decerto, o direito é um fenômeno histórico-cultural e submetido, portanto, às transformações que ocorrem no campo mutável e dinâmico dos valores e dos fatos que compõem a realidade social.²⁶

Importante citar que esse processo de adaptação normalmente ocorre em resposta a demandas sociais já consolidadas, pois a legislação tende a se adaptar aos fatos e práticas que se tornam comuns e necessitam de regulação específica. Assim, o Direito avança de forma reativa, ajustando as normas legais para alinhar-se com os novos desafios e promover um ambiente seguro e previsível para os indivíduos e instituições.

Quando se trata de inovações tecnológicas, essa dinâmica de adaptação do Direito é ainda mais evidente. As novas tecnologias geralmente surgem e se popularizam em um ritmo mais acelerado do que a capacidade do sistema jurídico de regular essas inovações. Por essa razão, muitas vezes as legislações chegam com certo atraso, reagindo às transformações já em

²⁶ SOARES, Ricardo Maurício Freire. *Teoria Geral do Direito*. 5ª edição. São Paulo: Saraiva, 2019. p. 122.

curso. Essa defasagem pode deixar algumas tecnologias sem uma estrutura legal robusta durante suas fases iniciais de desenvolvimento, criando lacunas que precisam ser preenchidas com novas regulamentações específicas.

Os contratos inteligentes são um exemplo claro dessa situação. Com o avanço da digitalização e o uso crescente de tecnologias como blockchain, esses contratos têm ganhado espaço como uma alternativa eficiente e inovadora para a realização de transações. No entanto, essa tecnologia disruptiva também apresenta desafios únicos que demandam uma regulamentação mais detalhada para que seu uso se torne juridicamente seguro e confiável.

Para que os contratos inteligentes sejam plenamente integrados ao ordenamento jurídico, é necessário enfrentar diversas questões, como a produção de efeitos jurídicos desses contratos, a responsabilidade civil em caso de falhas ou problemas na execução, a proteção dos dados das partes envolvidas e a possibilidade de reversão rápida dos efeitos em situações de erro ou fraude.

O avanço dessas regulamentações será fundamental para equilibrar a modernização com a segurança jurídica, possibilitando que a tecnologia continue a se expandir e integrar o ambiente comercial e jurídico no Brasil.

Dessa forma, o Direito precisa se ajustar continuamente às inovações para acompanhar a evolução tecnológica e garantir que as normas sejam capazes de lidar com as peculiaridades dos contratos inteligentes, promovendo um ambiente mais seguro e propício para sua adoção.

3.1 PL 954/2022

Na intenção de introduzir os contratos inteligentes ao ordenamento jurídico, foi criado o Projeto de Lei 954/2022 (PL), apresentado por Luizão Goulard (SOLIDRI/PR). Este PL busca regulamentar o uso de contratos inteligentes no Brasil, estabelecendo diretrizes legais para a adoção dessa tecnologia em operações jurídicas e comerciais.

O PL visa proporcionar segurança jurídica às partes envolvidas e incentivar o uso de tecnologias inovadoras, como blockchain, que possibilitam a criação e execução de contratos de forma automatizada e descentralizada. Ele se propõe a integrar os contratos inteligentes ao Código Civil, permitindo sua aplicação e direcionando os princípios que devem ser utilizados no caso de conflitos.

O PL foi aprovado pela mesa diretora e está aguardando designação de Relator na Comissão de Constituição e Justiça e de Cidadania (CCJC). Esse passo é crucial, pois a CCJC avaliará a constitucionalidade e a técnica legislativa do projeto, permitindo que ele avance para

as próximas etapas do processo legislativo e se aproxime de uma possível regulamentação específica no país.

A intenção do PL é adicionar um parágrafo único ao artigo 425²⁷, reconhecendo explicitamente que os contratos inteligentes são lícitos. O texto citando especificamente o emprego de soluções tecnológicas que permitem a execução do contrato sem intermediários, assegurando a autenticidade e confiabilidade do acordo entre as partes, conforme apresentado abaixo:

Parágrafo único. O disposto no caput aplica-se inclusive a contratos estruturados sob definições para sua execução, no todo ou em parte, de modo automatizado e mediante emprego de plataformas eletrônicas e soluções tecnológicas que assegurem autonomia, descentralização e autossuficiência, dispensando intermediários para a implementação do acordo entre os contratantes ou garantir a autenticidade. (NR)²⁸

A legalização expressa dos contratos inteligentes é essencial para proporcionar maior segurança jurídica e estimular o uso dessas tecnologias no Brasil. Ao reconhecer formalmente a legalidade desses contratos, o ordenamento jurídico se adapta às inovações tecnológicas, oferecendo um marco regulatório claro que protege os interesses das partes envolvidas.

Adicionalmente, o projeto introduz o artigo 425-A, que aborda a resolução de controvérsias ou litígios envolvendo a execução desses contratos automatizados. O texto indica que, em disputas, devem ser utilizados determinados princípios e normas, conforme demonstrado abaixo:

Art. 425-A. Em caso de controvérsia ou litígio envolvendo a execução de contratos referidos no parágrafo único do caput do art. 425 desta Lei, a aplicação do direito dar-se-á mediante ponderação e balanceamento dos princípios e normas aplicáveis vigentes, buscando-se preservar:

I – boas práticas de governança e abordagem baseada em riscos; e

II – a solidez, eficiência e confiabilidade dos contratos e atos relativos à respectiva execução.²⁹

A aprovação deste PL também contribui para reduzir incertezas quanto à aplicação do direito em relação à litígios envolvendo os contratos inteligentes, ao prever diretrizes

²⁷ Art. 425. É lícito às partes estipular contratos atípicos, observadas as normas gerais fixadas neste Código.

²⁸ BRASIL. *Projeto de Lei 954 apresentado no dia 19 de abril de 2022*. Disponível em <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2320041#:~:text=Alterar%20a%20Lei%20n%C2%BA%2010.406,assegurem%20autonomia%2C%20descentraliza%C3%A7%C3%A3o%20e%20autossufici%C3%A2ncia%2C>. Acesso em: 19 de outubro de 2024.

²⁹ BRASIL. *Projeto de Lei 954 apresentado no dia 19 de abril de 2022*. Disponível em <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2320041#:~:text=Alterar%20a%20Lei%20n%C2%BA%2010.406,assegurem%20autonomia%2C%20descentraliza%C3%A7%C3%A3o%20e%20autossufici%C3%A2ncia%2C>. Acesso em: 19 de outubro de 2024.

específicas para a resolução destas controvérsias, promovendo maior confiança no uso de soluções tecnológicas no contexto contratual.

Embora o texto do projeto de lei destaque a importância de princípios como a governança, a abordagem baseada em riscos, e a eficiência dos contratos inteligentes, é importante citar que esses critérios não são suficientes para solucionar de forma completa os conflitos que possam surgir.

A redação proposta é incompleta, pois não especifica diretrizes concretas para lidar com situações de litígios complexos, tampouco prevê mecanismos adequados para garantir a proteção dos direitos das partes envolvidas. Sem uma regulamentação mais detalhada e um conjunto claro de normas aplicáveis, dificulta-se a resolução eficaz dos conflitos relacionados aos contratos inteligentes.

A regulamentação detalhada dos contratos inteligentes é essencial para garantir segurança jurídica e promover o uso responsável dessa tecnologia. Sem uma legislação específica, há risco de incertezas quanto à validade, execução e responsabilidade em caso de falhas ou disputas.

Uma lei bem-estruturada pode estabelecer parâmetros claros para a criação e execução desses contratos, proteger os direitos das partes envolvidas e assegurar a conformidade com outras normas, como a proteção de dados. Portanto, uma legislação adequada é fundamental para fomentar a confiança e o crescimento do uso de contratos inteligentes no mercado jurídico e comercial. Nesse sentido, explica Andrei Meneses Lorenzetto:

Não se pode falar em empregar essa modalidade contratual sem uma imperiosa estruturação legislativa e gestora da nova tecnologia, para que a implementação pela administração pública se demonstre o mais eficaz possível.³⁰

Diante do exposto, conclui-se que, embora a aprovação do PL representaria um passo importante para reconhecer e legitimar os contratos inteligentes no ordenamento jurídico brasileiro, proporcionando uma base legal mínima para sua utilização, o texto proposto ainda é insuficiente para lidar com todos os desafios apresentados. Para que o marco regulatório seja realmente eficaz, é necessária uma regulamentação mais detalhada, que forneça diretrizes claras para a proteção dos direitos das partes, bem como mecanismos de supervisão e governança adequados.

³⁰ LORENZETTO, Andrei Meneses. *A noção de Smart Contracts, possíveis problemas e sua utilização pela administração pública*. Revista Esmat, ano 15, nº 95, 2023, p. 106.

3.2 Desafios Regulatórios Específicos

O uso de contratos inteligentes no Brasil, embora promissor, enfrenta desafios regulatórios que exigem soluções específicas para assegurar sua segurança e conformidade jurídica. Por exemplo, cada um dos aspectos discutidos anteriormente apresenta problemas distintos que demandam uma abordagem legal adequada para serem resolvidos.

A questão da validade do contrato inteligente é um dos principais desafios, pois envolve garantir que os requisitos legais para a celebração de um contrato sejam atendidos, mesmo em uma plataforma digital. Por exemplo, contratos inteligentes que envolvem partes incapazes ou termos ilegais poderiam ser executados automaticamente, gerando efeitos na prática, mas sem qualquer validade jurídica. A legislação precisa prever mecanismos para impedir a execução de contratos viciados ou, pelo menos, reverter de maneira eficiente os efeitos indevidos.

A eficácia dos contratos inteligentes também é uma preocupação, pois a autoexecução pode levar à realização de atos que, na prática, não possuem respaldo jurídico, como transferências de valores em desacordo com a vontade das partes por falhas no código. Nesse sentido, explica Daniel Dias Carneiro Guerra:

O primeiro é o risco de erro na tradução da relação obrigacional para o protocolo computacional. Os smart contracts seguem os fundamentos da lógica binária da programação. O arranjo obrigacional, portanto, precisará ser traduzido (ou mesmo diretamente criado) dentro dessa lógica binária. E isso gera o risco de que o código executável não reflita com exatidão a vontade dos contratantes, sobretudo quando se está diante de uma relação obrigacional complexa.³¹

Assim, o projeto de lei deve prever como deverá ser tratada essa situação, detalhando a forma de garantir um tratamento justo a todas as partes envolvidas, bem como assegurar os direitos e interesses de todos.

A dificuldade de regulamentar a autoexecução reside no fato de que, uma vez que as condições programadas são verificadas, não há qualquer controle adicional ou análise humana do caso concreto. As decisões são executadas automaticamente com base em uma linguagem binária, que muitas vezes é desenvolvida por programadores que não são partes envolvidas diretamente no contrato. Essa falta de supervisão humana dificulta a conformidade com o ordenamento jurídico e a proteção dos direitos das partes, especialmente em casos que demandam interpretações mais complexas ou ajustes pontuais.

³¹ GUERRA, Daniel Dias Carneiro. *Smart contracts: desafios para a sua regulação*. Migalhas. Disponível em: <https://www.migalhas.com.br/depeso/403643/smart-contracts-desafios-para-a-sua-regulacao>. Acesso em 19 de outubro de 2024.

Nesse sentido, o Projeto de Lei 954/2022 deveria incluir disposições específicas para situações em que a execução automática dos contratos inteligentes não ocorra conforme o esperado. Nesses casos, a falta de regulamentação específica sobre como lidar com essas falhas gera insegurança jurídica e prejudica as partes envolvidas.

Portanto, prever regras claras para a revisão ou interrupção do contrato inteligente, assim como para a reparação de danos decorrentes de falhas na execução automática, contribuiria para aumentar a segurança jurídica e a confiança na utilização dessa tecnologia, assegurando que os contratos inteligentes estejam adequadamente integrados ao ordenamento jurídico.

A legislação poderia prever, por exemplo, a necessidade de um "botão de abortar" para interromper a execução automática dos contratos inteligentes em situações de erro, fraude ou outras contingências. Essa solução já foi adotada na Europa, por meio do artigo 36 do EU Data Act³², que estabelece a obrigação de incluir mecanismos que permitam parar ou reverter a execução de operações automatizadas.

Ocorre que, mesmo com a inclusão de um "botão de abortar" na legislação, seria necessário detalhar claramente quem teria a responsabilidade de acionar essa função e em quais circunstâncias. É essencial garantir que o mecanismo de interrupção seja usado de forma justa e adequada, bem como que todas as partes envolvidas no contrato tenham seus direitos protegidos. A definição de quem será responsável por executar essa intervenção, além dos critérios que devem ser atendidos para justificar a interrupção, é fundamental para evitar abusos e assegurar que a solução seja eficiente na proteção dos interesses das partes.

Além das dificuldades relacionadas à autoexecução, a regulamentação dos contratos inteligentes enfrenta o desafio de lidar com ataques de hackers. Como esses contratos operam em ambientes descentralizados, utilizando blockchain, as vulnerabilidades de segurança se tornam um problema significativo.

Nesse sentido, a legislação precisaria prever formas de responsabilização e proteção em casos de invasão, estabelecendo mecanismos para reversão dos efeitos de contratos comprometidos. Adicionalmente, é necessário que o PL traga diretrizes para a criptografia de dados e mecanismos de proteção contra acessos não autorizados.

³² Article 36:

1. The vendor of an application using smart contracts or, in the absence thereof, the person whose trade, business or profession involves the deployment of smart contracts for others in the context of executing an agreement or part of it, to make data available shall ensure that those smart contracts comply with the following essential requirements of: (b) safe termination and interruption, to ensure that a mechanism exists to terminate the continued execution of transactions and that the smart contract includes internal functions which can reset or instruct the contract to stop or interrupt the operation, in particular to avoid future accidental executions;

No entanto, a identificação do responsável pelo ataque, a recuperação dos ativos perdidos e a compensação das partes prejudicadas representam desafios complexos, especialmente em um ambiente onde as transações são anônimas e descentralizadas. Regular a resposta a esses ataques exige soluções inovadoras que aliem tecnologia e direito, assegurando a segurança jurídica das partes envolvidas sem comprometer a natureza autônoma e descentralizada dos contratos inteligentes.

O EU Data Act, editado pela União Europeia em dezembro de 2023, representa um marco importante na regulamentação do compartilhamento automatizado de dados, servindo como referência para lidar com questões de privacidade e segurança em contratos inteligentes.

Ao estabelecer regras e padrões claros para o uso de dados em tecnologias automatizadas, o regulamento europeu busca garantir que o processamento e a troca de informações ocorram de forma segura, protegendo os direitos dos indivíduos e prevenindo vazamentos ou usos indevidos.

A aplicação dos princípios do EU Data Act na regulamentação dos contratos inteligentes pode fornecer uma base sólida para definir práticas que assegurem a privacidade dos dados. Adotar diretrizes semelhantes no contexto brasileiro ajudaria a criar um arcabouço legal que não apenas favoreça a inovação e a automação, mas também garanta a proteção dos dados pessoais e sensíveis envolvidos nos contratos.

Ainda, é importante citar que a responsabilidade civil em contratos inteligentes também é complexa, pois envolve diferentes atores, como programadores, operadores de plataformas e as próprias partes contratantes. O projeto de lei deveria esclarecer esses pontos, estabelecendo normas para a alocação de responsabilidade e medidas de compensação às partes prejudicadas.

Por fim, cabe ressaltar que, normalmente, os contratos inteligentes preveem a resolução de disputas por meio de arbitragem. Essa característica torna ainda mais essencial a existência de uma legislação clara e bem definida, que regule o uso de contratos inteligentes e forneça diretrizes específicas para a arbitragem.

Diante do exposto, o Projeto de Lei 954/2022, ao reconhecer a necessidade de regulamentar os contratos inteligentes, deve abordar esses desafios e outros potenciais problemas, trazendo soluções robustas que assegurem a segurança jurídica e a conformidade com o ordenamento jurídico brasileiro, conforme afirma Guerra:

A inclusão desse regramento no Código Civil demanda um debate mais profundo acerca do alcance e da aplicabilidade do código autodestrutivo, cuja eventual banalização tem o potencial de minar a própria utilidade econômica dos smart contracts. Demanda também um maior debate sobre a sua operatividade em plataformas públicas que funcionam sem permissão e sem centralização

(permissionless), já que pressupõe uma figura central responsável pela codificação dos contratos inteligentes, o que pode afastar do país plataformas descentralizadas, como a Ethereum, ou mesmo tornar ineficaz o regramento diante da inexistência de responsáveis pela codificação precisamente identificados.³³

A falta de regulamentação detalhada e de normas específicas para lidar com questões complexas, como responsabilidade civil, proteção de dados e segurança cibernética, evidencia que o caminho para a plena conformidade dos contratos inteligentes com o direito vigente ainda encontra desafios significativos. Portanto, apesar de ser um avanço, a aprovação do PL deve ser vista apenas como o começo de um processo regulatório mais amplo e aprofundado.

3.3 Oportunidade: Utilização dos *smart contracts* pela Administração Pública

Apesar das dificuldades regulatórias, os *smart contracts* estão ganhando cada vez mais espaço no cenário de relações comerciais, com sua aplicação crescendo rapidamente em diversos setores. Estima-se que, somente em 2023, o volume de transações envolvendo criptomoedas e *smart contracts* tenha ultrapassado a impressionante marca de 400 bilhões de dólares (GUERRA, 2024). Esse número reflete o crescente interesse e a confiança na utilização dessa tecnologia para realizar operações financeiras, demonstrando seu impacto significativo no mercado.

Em paralelo, a Administração Pública tem buscado incorporar inovações na gestão para aprimorar a eficiência, transparência e agilidade dos serviços prestados à população. A ideia é adotar soluções que visam modernizar os processos administrativos, reduzir a burocracia e facilitar a comunicação entre os órgãos públicos e os cidadãos. Nesse sentido, explica pesquisadores do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA):

Organizações públicas passaram cada vez mais a se preocupar com o fomento da prática inovadora em resposta às constantes mudanças econômicas, políticas, sociais e tecnológicas em um mundo mais globalizado e em rede, limitadas por expectativas crescentes dos cidadãos, problemas complexos e orçamentos apertados.³⁴

Embora, atualmente, a Administração Pública no Brasil ainda não utilize contratos inteligentes de forma oficial em suas operações, o interesse pelo uso dessa tecnologia é

³³ GUERRA, Daniel Dias Carneiro. *Smart contracts: desafios para a sua regulação. Migalhas*. Disponível em: <https://www.migalhas.com.br/depeso/403643/smart-contracts-desafios-para-a-sua-regulacao>. Acesso em 19 de outubro de 2024.

³⁴ CAVALCANTE, Pedro; CAMÕES, Marizaura; CUNHA, Bruno; SEVERO, Willber (orgs.). *Inovação no setor público: teoria, tendências e casos no Brasil*. Brasília: Enap: Ipea, 2017. 266 p. ISBN 978-85-7811-313-1. p. 17.

evidente, especialmente com o advento de novas legislações que incentivam a inovação e a modernização dos procedimentos administrativos.

A Nova Lei de Licitações e Contratos (Lei nº 14.133/2021) e a Lei do Governo Digital (Lei nº 14.129/2021) apontam para um futuro em que as soluções tecnológicas, incluindo os contratos inteligentes, possam ser adotadas para tornar o sistema de contratações públicas mais ágil, econômico e menos burocrático. Nesse sentido explica Andre Studart Leitão e Hélio Rios Ferreira:

A Nova Lei de Licitações e Contratos (Lei nº 14.133/2021) evidencia claramente a vontade do Brasil em instituir, em todos os seus setores, um novo tipo de Administração Pública. Na verdade, antes mesmo da publicação da lei, outras leis já tratavam sobre inovação tecnológica. A Lei nº 14.129/2021 instituiu o Governo Digital, prevendo o atendimento virtual como regra e o presencial como exceção. Assim, o sistema de contratações públicas será mais ágil, econômico e inovador, reduzindo a burocracia. As duas leis incentivam a inovação e o desenvolvimento nacional sustentável. Entende-se que o fomento à inovação tecnológica é compatível com a Nova Administração que aspira ao empresariamento de suas atividades. Esse fomento legal é muito claro, quando a legislação institui a modalidade de diálogos competitivos para contratação de soluções tecnológicas inovadoras e de alta complexidade.³⁵

A utilização de contratos inteligentes na Administração Pública permite melhorar a gestão de contratos, evitando a necessidade de intermediários para fiscalizar manualmente cada etapa do processo. O uso da tecnologia blockchain pode ser especialmente vantajoso em processos licitatórios, onde a automatização pode evitar atrasos e garantir que os fornecedores cumpram as exigências estabelecidas.

Por exemplo, em uma licitação para a aquisição de materiais, o contrato inteligente pode ser programado para liberar o pagamento ao fornecedor apenas após a verificação de que os produtos foram entregues conforme o especificado. Isso elimina etapas burocráticas e minimiza o risco de práticas fraudulentas, como o superfaturamento de preços ou o pagamento por produtos não entregues.

Além disso, essa tecnologia também pode auxiliar a pode evitar problemas comuns da gestão pública, como a falta de reservas orçamentárias durante a execução do contrato, visto que os pagamentos são vinculados à verificação automática de conformidade.

Apesar dos benefícios significativos que os contratos inteligentes podem trazer para a Administração Pública, é crucial reconhecer que os desafios e riscos inerentes a essa tecnologia podem ter consequências graves para a gestão pública e, por consequência, para a sociedade. A

³⁵ LEITÃO, Andre Studart; FERREIRA, Hélio Rios. *As novas tecnologias a serviço da nova administração: a blockchain, os smart contracts e a nova lei de licitações e contratos (Lei nº 14.133/2021)*. Revista de Direito Brasileira. Santa Catarina. Volume 29, 2021, p. 18.

autoexecução desses contratos, por exemplo, se não for adequadamente regulada e monitorada, pode levar a problemas sérios em situações em que a execução automática ocorre de maneira incorreta ou não prevista.

Imagine, por exemplo, um contrato inteligente usado para a liberação de pagamento automático a um fornecedor após a entrega de materiais. Se o contrato for programado para liberar o pagamento assim que a entrega for registrada, sem uma verificação adequada da qualidade e quantidade dos materiais, pode ocorrer a liberação de fundos mesmo que o material entregue esteja em desacordo com as especificações contratuais. Esse erro poderia resultar em prejuízos financeiros para a Administração Pública, comprometendo o orçamento e afetando a prestação de serviços essenciais.

Esse tipo de situação destaca a necessidade de mecanismos de controle e salvaguardas adicionais para lidar com inovações como execuções automáticas, garantindo que os processos sigam os padrões de legalidade e conformidade exigidos, especialmente em contextos em que os erros podem ter um impacto direto na sociedade.

Ademais, a Administração Pública exige garantias robustas antes de adotar novas tecnologias. Dessa forma, a regulamentação adequada e a criação de normas específicas para lidar com questões como a autoexecução dos contratos, a proteção de dados e a responsabilidade em caso de falhas são fundamentais para viabilizar o uso desses contratos no setor público.

Portanto, para que o uso de contratos inteligentes na Administração Pública se torne realidade, é necessário enfrentar alguns desafios, começando pela atualização do arcabouço jurídico.

A legislação vigente, como a Lei nº 4.320/1964, que regulamenta a execução de despesas públicas, foi concebida em um contexto em que a tecnologia digital não era predominante. A adaptação dessas normas para incluir a utilização de contratos inteligentes exige a revisão das diretrizes atuais, possibilitando a integração de novas tecnologias de forma a garantir o cumprimento dos princípios de legalidade, eficiência e transparência, que são pilares fundamentais na gestão pública.

Com a devida regulamentação, tanto dentro do setor público, quanto das inovações, a Administração Pública poderá usufruir dos muitos benefícios que os contratos inteligentes podem oferecer, como maior transparência, redução de custos, aumentando a eficiência operacional e minimização de riscos relacionados ao inadimplemento. Isso poderia representar um passo importante em direção a uma gestão pública mais moderna, eficiente e alinhada com as necessidades de um governo digital e sustentável.

Além das questões legais, a implementação de contratos inteligentes no setor público requer investimentos financeiro em infraestrutura tecnológica. A infraestrutura de blockchain necessária para suportar o uso de contratos inteligentes demanda servidores robustos e sistemas seguros, capazes de lidar com a descentralização e a imutabilidade dos registros.

Portanto, a implementação de contratos inteligentes na Administração Pública oferece muitas oportunidades, mas depende de um esforço conjunto para modernizar a legislação. Com uma abordagem bem planejada, o uso dessa tecnologia pode transformar os processos governamentais, tornando-os mais ágeis, transparentes e eficientes.

CONCLUSÃO

O presente trabalho buscou analisar o fenômeno dos contratos inteligentes, suas características e implicações jurídicas no contexto brasileiro, assim como as perspectivas para sua regulamentação e uso no futuro.

Inicialmente, foi feita uma introdução aos contratos, abordando o conceito de contratos inteligentes, bem como suas principais características, como o destaque para a execução automática. A comparação entre contratos comuns e inteligentes evidenciou diferenças significativas em termos de forma, execução, objetividade e possibilidade de modificação.

Na sequência, a aplicação da teoria da Escada Ponteano foi examinada, demonstrando que os contratos inteligentes podem atender aos planos da existência e validade, mas apresentam desafios específicos em relação ao plano da eficácia, especialmente pela natureza autoexecutável e imutável dos termos. Essa análise evidenciou a necessidade de adaptação do Direito para garantir que a autoexecução desses contratos esteja em conformidade com os princípios e normas vigentes, assegurando a devida proteção dos envolvidos.

O trabalho prosseguiu com a análise das implicações jurídicas dos contratos inteligentes. A análise da autoexecução dos contratos inteligentes revela uma divergência interpretativa, com argumentos contrários à execução automática, por entenderem que violaria garantias processuais. No entanto, ao aplicar a interpretação do Código Civil, considerando a tecnologia como um "terceiro" neutro, surge a possibilidade de legitimar a execução desses contratos, tornando o cumprimento automatizado uma alternativa juridicamente aceitável.

Adicionalmente, foi analisado a utilização de plataformas como blockchain quanto à privacidade e ao tratamento de dados, especialmente em relação às exigências da LGPD. Além disso, a responsabilidade civil se revela uma questão sensível, pois a natureza descentralizada e a linguagem de programação dos contratos podem dificultar a identificação de culpabilidade em caso de falhas ou danos.

Já no terceiro capítulo, foram exploradas as perspectivas futuras para os contratos inteligentes, com uma análise do Projeto de Lei 954/2022, que visa regulamentar seu uso no Brasil. O projeto busca reconhecer formalmente essa forma de contratar, porém é considerado incompleto, visto que não cumpre o desafio de estabelecer um arcabouço regulatório que aborde todas as complexidades tecnológicas. Discutiu-se também desafios legais e regulatórios adicionais, como a necessidade de prever mecanismos de reversão automática em casos de erro ou fraude e estabelecer diretrizes claras para a responsabilização da execução desses contratos.

Por fim, a possibilidade de utilização dos contratos inteligentes pela Administração Pública foi apontada como uma oportunidade para modernizar e agilizar os procedimentos administrativos. Entretanto, os potenciais benefícios precisam ser equilibrados com os riscos envolvidos, os quais poderiam ser minimizados caso houvesse uma regulamentação mais detalhada.

Conclui-se que, embora os contratos inteligentes representem uma inovação promissora para o Direito, sua maior integração nas relações comerciais depende da elaboração de uma regulamentação abrangente e detalhada. A tecnologia avança rapidamente, mas o Direito precisa evoluir para acompanhar essa transformação, garantindo a segurança jurídica necessária para que os contratos inteligentes sejam adotados de maneira segura, eficiente e em conformidade com as normas legais.

REFERÊNCIAS

BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 19 de outubro de 2024.

BRASIL. *Lei nº 4.320, de 17 de março de 1964*. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/14320.htm#:~:text=LEI%20No%204.320%2C%20DE%2017%20DE%20MAR%C3%87O%20DE%201964&text=Estatui%20Normas%20Gerai%20de%20Direito,Munic%C3%ADpios%20e%20do%20Distrito%20Federal.. Acesso em: 19 de outubro de 2024.

BRASIL. *Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002*. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/110406compilada.htm. Acesso em: 19 de outubro de 2024.

BRASIL. *Lei nº 13.105, de 16 de março de 2015*. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113105.htm. Acesso em: 19 de outubro de 2024.

BRASIL. *Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018*. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/113709.htm. Acesso em: 19 de outubro de 2024.

BRASIL. *Lei nº 14.129, de 29 de março de 2021*. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/114129.htm. Acesso em: 19 de outubro de 2024.

BRASIL. *Lei nº 14.133, de 1 de abril de 2021*. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/114133.htm. Acesso em: 19 de outubro de 2024.

BRASIL. *Projeto de Lei 954 apresentado no dia 19 de abril de 2022*. Disponível em <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2320041#:~:text=Altera%20a%20Lei%20n%C2%BA%2010.406,assegurem%20autonomia%2C%20descentraliza%C3%A7%C3%A3o%20e%20autossufici%C3%Aancia%2C>. Acesso em: 19 de outubro de 2024.

CAVALCANTE, Pedro; CAMÕES, Marizaura; CUNHA, Bruno; SEVERO, Willber (orgs.). *Inovação no setor público: teoria, tendências e casos no Brasil*. Brasília: Enap: Ipea, 2017. 266 p. ISBN 978-85-7811-313-1.

CLICKSIGN. *Smart Contracts: validade jurídica e especificidades*, 2024. Disponível em: <https://www.clicksign.com/blog/a-validade-juridica-e-aplicacao-dos-smart-contracts-contratos-inteligentes#:~:text=Assim%20como%20os%20contratos%20tradicionais,objeto%20seja%20l%C3%ADcito%20e%20poss%C3%ADvel>. Acesso em 19 de outubro de 2024.

DIMATTEO, Lary. CANNARSA, Michael. PONCIBÒ, Cristina. *The Cambridge Handbook of Smart Contracts, Blockchain Technology and Digital Platforms*. Cambridge: Cambridge University Press, 2019.

DINIZ, Maria Helena. *Curso de Direito Civil Brasileiro. Volume 3*. 40ª ed., São Paulo: Saraiva, 2024.

DIVINO, Sthéfano Bruno Santos. *Smart contracts: conceitos, limitações, aplicabilidade e desafios*. Revista jurídica Luso-Brasileira, ano 4, nº 6. 2771-2808. 2018.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia do oprimido*. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987. p. 45.

GOERCK, Daniella Losasso. *Contratos Eletrônicos, Smart Contract e Responsabilidade Civil*. São Paulo: Almedina, 2023.

GUERRA, Daniel Dias Carneiro. *Smart contracts: desafios para a sua regulação*. Migalhas. Disponível em: <https://www.migalhas.com.br/depeso/403643/smart-contracts-desafios-para-a-sua-regulacao>. Acesso em 19 de outubro de 2024.

JR., Vanderlei Garcia. *Manual Prático de Contratos*. 2ª Ed. São Paulo: Saraiva, 2024.

LEITÃO, Andre Studart; FERREIRA, Hélio Rios. *As novas tecnologias a serviço da nova administração: a blockchain, os smart contracts e a nova lei de licitações e contratos (Lei nº 14.133/2021)*. Revista de Direito Brasileira. Santa Catarina. Volume 29, 2021.

LORENZETTO, Andrei Meneses. *A noção de Smart Contracts, possíveis problemas e sua utilização pela administração pública*. Revista Esmat, ano 15, nº 95, 2023.

MARCHESIN, Karina Bastas Kaehler. *Blockchain e smart contracts: as inovações no âmbito do Direito*. São Paulo: Saraiva, 2022.

MOUGAYAR, Willian. *Blockchain para negócios: promessa, prática e aplicação da nova tecnologia da internet*. Rio de Janeiro: Alta Books, 2017.

PEREIRA, Caio Mário da Silva. *Instituições de Direito Civil: Teoria Geral das Obrigações*. 34ª edição. Volume II. Rio de Janeiro: Forense, 2023.

REBOUÇAS, Rodrigo Fernandes. *Contratos Eletrônicos: Formação e Validade – Aplicações Práticas*. 2ª edição. São Paulo: Almedina, 2018.

SILVA, Rodrigo da Guia; PINTO, Melanie Dreyer Breitenbach. *Contratos inteligentes (smart contracts) esses estranhos (des)conhecidos*. Revista dos Tribunais Online. Revista de Direito e Novas Tecnologias. volume 5, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/338020036_Contratos_inteligentes_smart_contracts_esses_estranhos_desconhecidos_Smart_contracts_these_unknown_strangers/link/5dfac0f0299bf10bc3662892/download?tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19. Acesso em 19 de outubro de 2024.

SKLAROFF, Jeremy. *Smart contracts and the cost of inflexibility*, 2017. Disponível em: https://scholarship.law.upenn.edu/penn_law_review/vol166/iss1/5/. Acesso em: 19 de outubro de 2024.

SOARES, Ricardo Maurício Freire. *Teoria Geral do Direito*. 5ª edição. São Paulo: Saraiva, 2019.

SZABO, Nick. *Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets*. Estados Unidos da América, 1996.

TARTUCE, Flávio. *Direito Civil: Teoria Geral dos Contratos e dos Contratos em Espécie*. 19ª ed., Rio de Janeiro: Forense, 2024.

UNIÃO EUROPEIA. *EU Data Act dated December 13, 2023*. Disponível em <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32023R2854&qid=1704709568425>. Acesso em 19 de outubro de 2024.

USTER, João Lucas Dambrosi. *Contratos Inteligentes (Smart Contracts): possibilidades e desafios no ordenamento jurídico brasileiro*. São Paulo: Independently Published, 2021