

THALES GONÇALVES PRIMO

## **APLICAÇÕES E DESAFIOS DO USO DE SMART CONTRACTS**

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Ciências Econômicas, Universidade de São Paulo, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Dias de Oliveira Brito

Coordenador: Prof. Dr. Luis Eduardo Negrão Meloni

OSASCO

2022

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

Primo, Thales Gonçalves

Aplicações e Desafios do Uso de Smart Contracts – Osasco, 2022.

36 páginas.

Área de concentração: Desenvolvimento Econômico, Inovação, Mudança Tecnológica, e Crescimento.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Dias de Oliveira Brito.

Monografia de conclusão de Bacharelado.

1. Smart Contracts; 2. Economia digital; 3. Blockchain.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais, que me apoiaram sempre para ter uma vida plena e realizada.

Agradeço ao meu orientador, o Prof. Dr. Ricardo Dias, pela paciência e sugestões de como elaborar o trabalho.

E agradeço à minha colega, Fernanda Brito, pelo apoio mútuo para conquistarmos esta fase da vida voltada à universidade.

“As convicções são inimigas mais perigosas da verdade do que as mentiras.”

Friedrich Nietzsche.

## SUMÁRIO

<b>TABELA DE FIGURAS.....</b>	<b>6</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>7</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>8</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>11</b>
2.1. <i>BLOCKCHAINS</i>	11
2.2. <i>SMART CONTRACTS</i>	14
<b>3. APLICAÇÕES DE SMART CONTRACTS.....</b>	<b>17</b>
3.1 <i>POSSIBILIDADES DE APLICAÇÕES:</i>	18
3.1.1 OTIMIZAÇÃO DE IMPLEMENTAÇÕES DE DISPOSITIVOS IoT ( <i>INTERNET of THINGS</i> ):.....	18
3.1.2 REDUÇÕES DO TEMPO DE LIQUIDAÇÃO DE EMPRÉSTIMOS SINDICALIZADOS:.....	19
3.1.3 BENEFÍCIOS PARA A INDÚSTRIA DE HIPOTECAS:.....	19
3.1.4 REDUÇÕES DE CUSTOS NO SETOR DE SEGUROS AUTOMOTIVOS:.....	21
3.1.5 PROTÓTIPO DE UMA REDE DE COMPARTILHAMENTO DE INFORMAÇÕES ENTRE ORGANIZAÇÕES INDUSTRIALIS:.....	22
3.1.6 GANHOS DE EFICIÊNCIA NO SETOR DE LOGÍSTICA:.....	22
3.2 <i>APLICAÇÕES JÁ EXISTENTES:</i>	23
3.2.1 CASOS DE USO DE SMART CONTRACTS EM FINANÇAS:.....	23
3.2.2 SEGURO PARAMÉTRICO CONTRA IMPREVISTOS NATURAIS NA AGRICULTURA:.....	24
3.2.3 VAREJISTA HOME DEPOT UTILIZA BLOCKCHAIN E SMART CONTRACTS PARA RASTREAR FALHAS NA CADEIA LOGÍSTICA:.....	26
<b>4. DESAFIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DE SMART CONTRACTS.....</b>	<b>27</b>
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>33</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>34</b>

**TABELA DE FIGURAS**

Figura 1. Representação de uma blockchain. Christidis e Devetsikiotis (2016) [10].	11
Figura 2. Resumo dos potenciais ganhos dos exemplos 2 a 4. Capgemini (2016) [8].	21
Figura 3. Comparação entre seguro paramétrico e seguro tradicional. Arbol [5].	24
Figura 4. Resumo dos desafios para a implementação de smart contracts em blockchain. Capgemini Consulting (2016) [8].	32

## RESUMO

As transações financeiras que acontecem na Internet se garantem a partir do mesmo tipo de garantia utilizado por sistemas financeiros tradicionais. Assim, em cada transação se tem o regulamento sendo realizado por órgãos que fazem parte do sistema ou instituições financeiras. Porém, o número de transações e seu dimensionamento tem prejuízo por conta dos considerados terceiros de confiança, não conseguindo abandonar a mediação entre disputas e partes com interesse. Dessa maneira o objetivo do presente estudo é o de elucidar os desafios pertinentes a aplicação dos smart contracts. A metodologia corresponde à técnica de pesquisa utilizada em trabalhos acadêmicos. Em suma, a conclusão é que os smart contracts não são viáveis nos termos e infraestrutura técnica existentes, e se houver um contrato, haverá penalidades por violar a autonomia privada e a incapacidade de exercer direitos previstos em lei.

**Palavras-chave:** Smart Contracts, Economia Digital, Blockchain.

**Códigos JEL:** G000; O160

## ABSTRACT

The financial transactions that take place on the Internet are guaranteed by the same type of guarantee used by traditional financial systems. Thus, each transaction is regulated by agencies that are part of the system or financial institutions. However, the number of transactions and their dimensioning has been hindered by the so-called trustworthy third parties, who are unable to abandon the mediation between disputes and interested parties. Thus, the objective of this study is to elucidate the challenges pertinent to the application of smart contracts. The methodology corresponds to the research technique used in academic work. In short, the conclusion is that smart contracts are not feasible under the existing terms and technical infrastructure, and if there is a contract, there will be penalties for violating private autonomy and the inability to exercise rights provided by law.

**Keywords:** Smart Contracts, Digital Economy, Blockchain.

**JEL Codes:** G000; O160

## 1. INTRODUÇÃO

O objetivo do presente trabalho é explicar o que são smart contracts (contratos inteligentes, em português, mas o termo será referenciado ao longo do texto em inglês) em blockchain e suas potenciais aplicações para revolucionar negócios e formas de interagir com a internet, assim como os desafios de implementações.

A relevância do assunto é oriunda do fato que muitos processos de negócios e regulamentais dependem de muitas partes intermediárias e manipulação lenta e errônea de documentos físicos. Segundo a Consultoria Capgemini (2016) [8], “a dependência de documentos digitais leva a atrasos, ineficiências e aumenta a exposição a erros e fraudes. Intermediários financeiros, enquanto provêm interoperabilidade para o sistema financeiro e reduzem risco, criam custos fixos para isso e aumentam os requisitos de *compliance*.” A revolução dos smart contracts em blockchain é proporcionar menor dependência destes intermediários e processos físicos, de modo que haja redução destes problemas listados.

A metodologia do presente estudo foi delimitada selecionando-se livros, publicações periódicas (jornais e revistas virtuais), websites, artigos científicos e trabalhos acadêmicos publicadas entre 2010 a 2022, através das palavras-chave: “Smart Contracts”, “Contratos Inteligentes”, “Contratos Eletrônicos”, nos bancos de dados do SCIELO, Google Acadêmico e Google Books e através de websites informativos relevantes ao assunto.

O descoberto neste trabalho foi que existem variadas possibilidades de aplicações de smart contracts em blockchain para otimizar eficiência em diversos setores da economia, e até algumas aplicações já em uso. Mas há a percepção de que ainda existem muitos desafios para a implementação, como: falta de profissionais especializados na implementação das tecnologias, estrutura regulatória incipiente e precária, dificuldade na avaliação de necessidade e viabilidade, ou seja, diversos pontos relacionados a tecnologias nascentes.

A estrutura do trabalho está dividida em 5 seções: a primeira sendo esta introdução; a segunda explica o referencial teórico do assunto, mostrando diferentes definições sobre smart contracts e fornecendo um contexto geral sobre a relevância e modo de funcionamento dos mesmos, assim como mostrando breves definições sobre as

plataformas blockchains e conceituando a tecnologia de forma a esclarecer a existência de smart contracts nessas plataformas; a terceira lista e explica algumas aplicações possíveis e existentes para os smart contracts; a quarta enumera alguns desafios relacionados às aplicações; e a quinta conclui de acordo com o encontrado no trabalho.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. BLOCKCHAINS

Realizando tradução de forma literal, blockchain tem o significado de cadeia de blocos. O sistema funciona a partir de blocos de registros que operam a partir de uma rede descentralizada. O bloco é detentor de grupos de registros de acontecimentos, esses da mesma maneira que o bloco, funcionam a partir de uma ordem cronológica de armazenamento. Para que a troca de informação entre usuários aconteça, uma criptografia assimétrica de assinatura digital é utilizada, garantindo a segurança para toda transação que ocorrer. Cada bloco tem um número de identificação, esse é dado a partir do resumo do bloco, chamado de função *hash* fora isso, ele também possui em seus metadados o *hash* do bloco anterior, o que assegura que nenhum bloco sofra alteração, o que preserva informações que estejam vinculadas a ele (CARVALHO, 2018 [9]).

Outra definição, de acordo com Christidis e Devetsikiotis (2016) [10], explica a blockchain como sendo “uma estrutura de dados distribuída que é replicada e compartilhada entre os membros de uma rede. Além disso, pode ser pensada como se fosse um livro-razão digital, onde seus registros (transações) são gravados em lotes, onde cada lote ocupa um bloco da rede (ou uma página do livro-razão).”

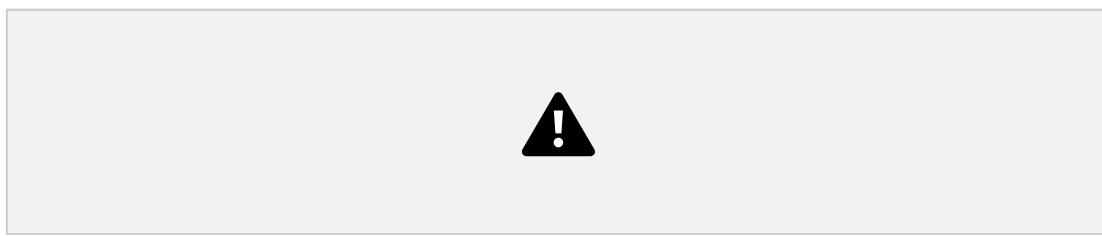


Figura 1. Representação de uma blockchain. Christidis e Devetsikiotis (2016) [10].

*Cada bloco na corrente carrega um lote de transações e um código hash de identificação do bloco anterior. Uma pequena exceção a isso é o primeiro bloco da corrente (não ilustrado), chamado bloco gênese, que não contém o hash de bloco anterior por não ter bloco parente.*

A tecnologia blockchain permite a distribuição dos dados, sendo esses atualizados e verificados de maneira constante por todos que participam, por meio de transações descentralizadas e transparentes. Assim, não é preciso que sejam realizados

uma terceira conferência pois os dados de contabilidade iram estar corretos e sem fraudes (SICHEL; CALIXTO, 2018 [26]).

Compreendendo a tecnologia blockchain como uma evolução digital posteriormente lançada após a internet, é evidente que a mesma vem para trazer mudanças importantes, dentre as principais funções é a substituições de diversos intermediários, a internet também realizou tal feito. Hoje em dia, várias iniciativas de governos mundiais têm como objetivo explorar a tecnologia blockchain, interessados principalmente pelos benefícios que surgem a partir da sua aplicação, como a redução de custos e maior segurança na rede de forma geral (CARVALHO, 2018 [9]).

Diversos estudos elencam atualmente as blockchains, a tecnologia que fez o *Bitcoin* e as outras moedas digitais acontecerem, com relevância comparada com a do advento da internet, tendo potencial de revolucionar diversas áreas da sociedade, estando presente em moldes de votação e no sistema financeiro. *Start-ups*, empresas *Blue-Chips* e os maiores bancos do mundo (como Goldman Sachs) se esforçam muito no desenvolvimento de pesquisas e realizam grandes investimentos em benefício da nova tecnologia (LIMA, 2018 [19]).

As blockchains têm o potencial de diminuir risco das garantias, atribuindo viabilidade ao cálculo em tempo real do risco possibilitando que o preço dos ativos aconteça de maneira mais fidedigna, gerando maior segmentação e posicionamento de produtos e serviços financeiros, propiciando economias de escala e escopo das instituições financeiras bancárias e não-bancárias, viabilizando um sistema de gerenciamento de ativos com maior eficiência. Assim, as blockchains podem permitir a utilização dos recursos de maneira mais eficiente, gerando maior celeridade nas operações e menores cursos de produtos e serviços financeiros que são ofertados em variados segmentos da rede bancária e do sistema financeiro de forma geral (CARVALHO, 2018 [9]).

As principais vantagens do uso da tecnologia blockchain quando comparadas a tecnologias consideradas convencionais podem ser a economia de tempo em diversas transações, como pagamentos globais, o processamento de transações realizado com a tecnologia blockchain pode acontecer em apenas minutos e não em dias, como acontece em sistemas convencionais; consegue-se minimizar custos, a partir de possibilitar confiança ao acesso da base de dados distribuída e consistente consegue-se eliminar

custos de operações, consegue-se também gerar redução de riscos, onde diversos crimes cibernéticos acabam sendo facilitados quando o acesso é transparente para dados imutáveis e íntegros; gera também o aumento da confiança, pois processos e registros são compartilhados com segurança e com maior transparência, o que facilita verificar os mesmos realizando a auditoria e assegurando o funcionamento da infraestrutura tecnológica com a qualidade em que dependem os parceiros de negócios (CPQD, 2017 [11]).

A previsão com relação a tecnologia blockchain pode parecer exagerada. Mas é uma projeção que a cada dia se vê acontecendo mais, mesmo com o grande sucesso das blockchains aconteceu por seu uso no setor financeiro, a partir do surgimento da criptomoeda *Bitcoin*, atualmente, com a evolução da tecnologia, já se torna possível utilizar a mesma em vários setores dentre eles o automotivo, cadeia de suprimentos, setor elétrico, telecomunicações, assistência médica (CARVALHO, 2018 [9]).

Apesar desse otimismo, a tecnologia blockchain pode apresentar dificuldades técnicas, sistêmicas, de legalidade e regulatórias, dentre elas se tem a necessidade de operar as transações de forma veloz, porém é necessário que as mesmas sejam seguras; como no caso de realizar transferências em dinheiro real; a privacidade e identidade digital das transações; como se dará os contratos referentes a transações que acontecem baseadas nessa nova tecnologia; sobre a jurisdição internacional que irá regular o blockchain, gerando proteção aos indivíduos e também ao sistema financeiro (CARVALHO, 2018 [9]).

Dessa maneira, riscos que envolvem a ação dessa tecnologia podem ser a lavagem de dinheiro, o financiamento de terrorismo e evasão fiscal que podem sofrer associação ao anonimato da tecnologia, gerando riscos à proteção dos consumidores e à estabilidade financeira, quando o número de transações aumentar de maneira considerável, outro risco também está na regulação de movimentos de capitais. Fora isso, a tecnologia blockchain gera menor preocupação do que as moedas virtuais, pois sua utilização também pode ocorrer em sistemas fechados administrados e regulados por instituições financeiras (CARVALHO, 2018 [9]).

## 2.2. SMART CONTRACTS

De acordo com os desenvolvedores da primeira plataforma que trouxe a implementação dos smart contracts, a blockchain Ethereum, a definição dos smart contracts, encontrada no site oficial da plataforma (ETHEREUM.ORG [13]), é:

“Smart contracts (smart contracts) são os blocos fundamentais de construção das aplicações de Ethereum. São programas de computadores armazenados na blockchain que permitem a conversão de contratos tradicionais em paralelos digitais. Smart contracts são muito lógicos – seguindo uma estrutura se-então. Isso significa que eles se comportam exatamente como programados e não podem ser modificados.

Nick Szabo criou o termo ‘smart contract’. Em 1994, ele escreveu uma introdução ao conceito e, em 1996, uma exploração do que smart contracts podem fazer.

Nick Szabo envisionsou um mercado digital construído nesses processos automáticos e criptograficamente seguros. Um local onde transações e funções de negócios podem ocorrer de forma não-permissionada – sem intermediários. Smart contracts em Ethereum colocam essa visão em prática.”.

Uma definição similar é encontrada no website da IBM sobre smart contracts (IBM [16]):

“Smart contracts são simplesmente programas armazenados em alguma blockchain que rodam quando condições predeterminadas são satisfeitas. Eles tipicamente são usados para automatizar a execução de um acordo de forma que todos os participantes podem ficar imediatamente cientes do resultado, sem envolvimento de intermediários ou sem tempo perdido. Eles podem também automatizar um fluxo de trabalho, desencadeando uma próxima ação quando as condições são satisfeitas.”

Pode-se dizer que os smart contracts têm um objetivo principal: fazer valer automaticamente todas as regras e termos contidos no contrato. Outro ponto fundamental que proporciona é a possibilidade de os envolvidos acompanharem todo o processo, desde a fase inicial até a execução da última cláusula. É uma tecnologia considerada nova, e por isso não é detentora de diversos estudos desenvolvidos sobre a temática realizando a descrição detalhada de seus conceitos, funcionamento e formas de ser aplicada, mesmo com isso, existe um grande entusiasmo ao abordar o tema nos estudos (CARVALHO, 2018 [9]).

O profissional que desenvolve os scripts de smart contracts e se interessa na tecnologia necessita estar bem informado sobre as plataformas blockchain e as ferramentas para desenvolvimento de aplicações que as envolvem. Fora isso, mesmo

que sejam adotados métodos rápidos que desenvolvem com velocidade as aplicações, questões que envolvem a segurança necessitam ser pensadas com bastantes critérios (BRAGA, 2017 [7]).

Um contrato eletrônico interpessoal é o resultado de duas pessoas interagindo ao mesmo tempo ou não por meio da Internet. Essa classificação pode ser exemplificada no caso de troca e assinatura de contratos por meio de programas de e-mail, videoconferência ou mensagem instantânea, e ainda no caso de leilões virtuais. A principal característica dessa forma de contratação é que exige a atuação ativa de todas as partes, ou seja, tanto o envio da proposta por meio de mensagem quanto o envio da mensagem de resposta de aceitação de aceitação manual (MOREIRA, 2018; RAMOS, 2021 [22]).

Contratos eletrônicos interativos são contratos nos quais os usuários da Internet podem acessar um sistema pré-programado para fornecer produtos e serviços. Estes são os contratos mais comuns, podemos dar um exemplo de loja virtual onde vários produtos já estão disponíveis para potenciais clientes e os termos do contrato dependente do cumprimento pelo internauta (RAMOS, 2021 [24]).

Portanto, em última análise, prevalece a vontade humana. Como dito, a tecnologia da informação e suas máquinas eletrônicas são apenas ferramentas para sua externalização. Quando um computador é programado para apenas externalizá-lo automaticamente, ele ainda pressiona o comportamento humano. O homem é quem manipula a máquina, a máquina expressará sua vontade, não o contrário (LISBOA; BONI, 2010 [21]).

O setor financeiro é o setor que mais realiza investimentos na tecnologia blockchain. Se tem o número de que 80% dos bancos em 2017, já serão proprietários de um projeto que se utilize da tecnologia Blockchain. Hoje em dia, 90 bancos centrais discutem o uso da tecnologia, suas possíveis aplicações e impactos dentro da legislação vigente, tanto para bancos já atuantes como para os novos bancos virtuais. Os benefícios que mais se espera com o uso dessa tecnologia é a possibilidade de simplificar a operação e diminuir o custo operacional; reduzir a quantidade de intermediários; menor custo de compliance, assim é possível diminuir a tensão entre reguladores e regulados; a possibilidade de ofertar em maior demanda serviços novos (CPQD, 2017 [11]).

Investimentos realizados em startups que utilizam a tecnologia blockchain também sofrem aumento de forma expressiva mundialmente, de forma especial no segmento das denominadas Fintechs, nos EUA. Os grandes bancos internacionais se mantém sempre informados sobre as inovações em combinações entre P2P Networking, criptografia assimétrica e hashing criptográfico (Cryptographic hashing), posterior ao bitcoin. Porém, nessas instituições, de maneira diferente das criptomoedas, é uma tecnologia que é apropriada, desenvolvida e aplicada a partir de regulamentações e institucionalizações autorizadas pelo Estado. Essa questão acontece porque ela permite que se descentralize a confiança dos agentes por não ser necessário que se tenha mais participantes na rede e um sistema de processamento de dados com potencialidade de viabilizar transações em larga escala a cada segundo, superior ao que bancos de dados atualmente utilizam (CARVALHO, 2018 [9]).

A partir da possibilidade de serem utilizados os smart contracts dentro das plataformas de desenvolvimento blockchain que hoje em dia são disponibilizados, as possibilidades de aplicações só aumentam de forma significativa, superando a tecnologia já conhecida das criptomoedas, desenvolvendo aplicações cada vez mais avançadas, como possibilitar o controle de imóveis, cadeias de produção e até mesmo a gestão de identidade digital de pessoas (CPQD, 2017 [11]).

Se tem grandes oportunidades para inovar tecnologicamente as aplicações da tecnologia blockchain, entre elas se tem as plataformas para desintermediação, a possibilidade de armazenar dados distribuídos de forma global, e transações específicas. A geração de blockchains futura baseadas em transações sofisticadas e smart contracts podem conseguir viabilizar as organizações autônomas que estão em tendência no futuro (BRAGA, 2017 [7]).

### 3. APLICAÇÕES DE SMART CONTRACTS

A ideia original de aplicar smart contracts no setor financeiro pode se referir aos inúmeros benefícios trazidos ao setor, principalmente por serem capazes de se executarem sozinhos. No entanto, vale ressaltar que a aplicação inteligente exige que uma das partes centralize o cumprimento do acordo em uma plataforma, pelo menos uma plataforma. Para satisfazer plenamente a execução, a versão digital deve estar vinculada à versão física, levando em consideração a necessidade de verificar o efetivo desempenho dos termos executáveis no mundo real (ALMEIDA, 2020 [3]).

A partir da possibilidade de serem utilizados os smart contracts dentro das plataformas de desenvolvimento blockchain que hoje em dia são disponibilizadas, as possibilidades de aplicações só aumentam de forma significativa, superando a tecnologia já conhecida das criptomoedas, desenvolvendo aplicações cada vez mais avançadas, como possibilitar o controle de imóveis, cadeias de produção e até mesmo a gestão de identidade digital de pessoas (CPQD, 2017 [11]).

No entanto, devido aos smart contracts tenderem a ser cada vez mais utilizados porque garantem a rapidez, economia e segurança das transações civis e comerciais, a legislação precisa ser adaptada às particularidades desse novo modelo de contrato (ALMEIDA, 2020 [3]).

Tem-se grandes oportunidades para inovar tecnologicamente as aplicações da tecnologia blockchain, entre elas se tem as plataformas para desintermediação, a possibilidade de armazenar dados distribuídos de forma global, e transações específicas. A geração de blockchains futura baseadas em transações sofisticadas e smart contracts pode conseguir viabilizar as organizações autônomas que estão em tendência no futuro. Estudos alegam que existe uma brecha entre o que é determinado na teoria e o que é feito na prática, assim a tecnologia não consegue ser compreendida de forma plena (BRAGA, 2017 [7]).

Acontece que usando a tecnologia em geral – e os smart contracts em particular – os custos totais de transação (mesmo se comparados ao aumento dos custos de transação) podem ser drasticamente reduzidos, o que levará a uma redução no tamanho da empresa e no processamento de informações. Sob a nova perspectiva de governança,

há uma estrutura de blockchain além de mercados e empresas, de modo que as relações contratuais de longo prazo serão “quebradas” em inúmeras microtransações, codificadas e executadas automaticamente. À medida que a tecnologia inova, vendedores e compradores anônimos serão conectados com base em parâmetros de reputação eletrônica (uma espécie de *Signal 2.0*), e os custos de transação despencarão. Além disso, definitivamente teremos uma mudança na natureza da própria empresa. Se esse ponto de vista for realmente realizado, a teoria da administração de empresas também passará por grandes mudanças e adaptações (NOBREGA; CAVALCANTI 2020 [23]).

Para exemplificar de forma mais clara, seguimos a uma listagem de algumas aplicações vislumbradas e algumas já existentes para os smart contracts em blockchain.

### 3.1 POSSIBILIDADES DE APLICAÇÕES:

#### 3.1.1 OTIMIZAÇÃO DE IMPLEMENTAÇÕES DE DISPOSITIVOS IoT (*INTERNET of THINGS*):

“Os autores defendem o ponto para transicionar para uma arquitetura descentralizada de modo que o ecossistema IoT, sempre expansivo, possa ser sustentável. Do lado dos fabricantes, o modelo centralizado corrente possui um custo de manutenção elevado – considere a distribuição de atualizações de software de milhões de dispositivos por anos após terem sido descontinuados. Os autores apontam que uma blockchain provê uma solução elegante para esse problema.

Considere o seguinte arranjo para ter um entendimento de como isto funcionaria. Todos os dispositivos IoT de um fabricante operam em uma mesma rede blockchain. O fabricante implementa um smart contract que o permite armazenar um código hash da última atualização disponível de firmware na rede. Os dispositivos são mandados para os consumidores com o endereço do smart contract já implementado em seu cliente da blockchain ou então o endereço pode ser encontrado por meio de algum serviço de descoberta de smart contracts. Assim os consumidores podem solicitar ao contrato o último firmware por meio de algum sistema de arquivos P2P como o IPFS – o fabricante não precisa pagar servidores para armazenar as atualizações (CHRISTIDIS; DEVETSIKIOTIS, 2016 [10]).”

### 3.1.2 REDUÇÕES DO TEMPO DE LIQUIDAÇÃO DE EMPRÉSTIMOS SINDICALIZADOS:

“O mercado de empréstimos alavancados se depara com problemas de liquidação agudos. Enquanto trades de títulos de alto-rendimento são liquidados em T+3 dias, o período de liquidação para empréstimos alavancados frequentemente se estende a quase 20 dias. Isso cria maior risco e desafios de liquidez no mercado de empréstimos alavancados, dificultando seu crescimento e atratividade. Desde 2008, o mercado global de empréstimos alavancados tem testemunhado crescimento negativo, enquanto o mercado de títulos de alto-rendimento cresceu 11%. Acreditamos que os smart contracts podem reduzir o atraso em processos como documentação, confirmação e contratos de cessão para compradores e vendedores, checagens de KYC, AML e FATCA, com a ajuda de um livro-razão permissionado. O período de empréstimos alavancados pode dessa forma ser reduzido para a faixa entre T+6 a T+10 dias, fazendo este mercado mais líquido do que é atualmente.

Estimamos que com a redução nos tempos de liquidação, se o crescimento dos empréstimos alavancados puder ser de pelo menos metade do crescimento do mercado de títulos de alto-rendimento (i.e. entre 5% e 6%), equivaleria a um montante adicional de 149 bilhões de dólares de demanda por empréstimos no mercado. Esses empréstimos tipicamente carregam de 1% a 5% de taxas de organizador, traduzindo em renda adicional de 1.5 bilhões a 7.4 bilhões de dólares (por ano) para bancos de investimentos. Em adição, custos operacionais, requerimentos regulatórios de capital e custos associados com pagamentos de compensações de atrasos durante a liquidação dos empréstimos alavancados serão reduzidos com o encurtamento do ciclo de liquidação (CAPGEMINI CONSULTING, 2016 [8]).”

### 3.1.3 BENEFÍCIOS PARA A INDÚSTRIA DE HIPOTECAS:

“O processo de empréstimos de hipotecas depende de um ecossistema complexo para a originação, financiamento e manutenção das hipotecas, adicionando custos e

atrasos. Roberto Mancone, MD e Head Global de Tecnologias e Soluções Disruptivas no Deutsche Bank AG, diz que passou da hora de alguns problemas sistêmicos no processamento de hipotecas serem resolvidos. ‘Os empréstimos são um dos principais motores de crescimento, mas ao mesmo tempo também de complexidade operacional no setor bancário de varejo’, ele diz. ‘Isso cria uma necessidade enorme para melhorar a eficiência de serviços e processos internos.’ Smart contracts poderiam reduzir o custo e tempo envolvidos nesse processo pela automação, redesenhamento de processos, acesso compartilhado a versões eletrônicas de documentos legais físicos entre partes confiáveis, e acesso a fontes externas de informações como registros de terrenos.

Nossa pesquisa preliminar em automação de back-office bancário sugere que credores de hipotecas podem esperar economias entre 6% a 15% oriundos de sistemas de gerenciamento de processos de negócios, plataformas bancárias chave, e sistemas de gerenciamento de documentos. Esses números, associados à nossa experiência e discussões com experts do setor, nos ajudaram a estimar as economias esperadas para cada um dos processos envolvidos na originação dos empréstimos. Por exemplo, no mercado imobiliário dos EUA, aproximadamente 6.1 milhões de residências foram vendidas em 2015. Baseado em médias históricas, 64% dessas vendas foram compradas por proprietários de residências com hipoteca. Estimamos que um mínimo de 1.5 bilhões de dólares poderiam ser conseguidos por provedores de empréstimos pela automação de tarefas dentro de suas organizações. Além disso, economias de 6 bilhões de dólares poderiam ser conseguidas assim que parceiros externos como companias de pontuação de crédito, escritórios de registro de terrenos, e autoridades de impostos tornem-se acessíveis por meio de blockchain para facilitar um processamento mais rápido e reduzir custos.

Também estimamos que clientes de hipotecas podem esperar uma queda de 11% a 22% no custo total de taxas de processamento de hipotecas cobradas a eles no caso de smart contracts serem adotados. Em termos absolutos, isso equivale a economias de 480 a 960 dólares nas taxas médias de processamento de 4350 dólares em cada empréstimo de hipoteca. O total de empréstimos de hipotecas pendentes nos EUA e países da União Europeia em 2014 foi avaliado em 20.98 trilhões de dólares. Baseado no caso de mercado de hipotecas dos EUA, smart contracts podem potencialmente economizar

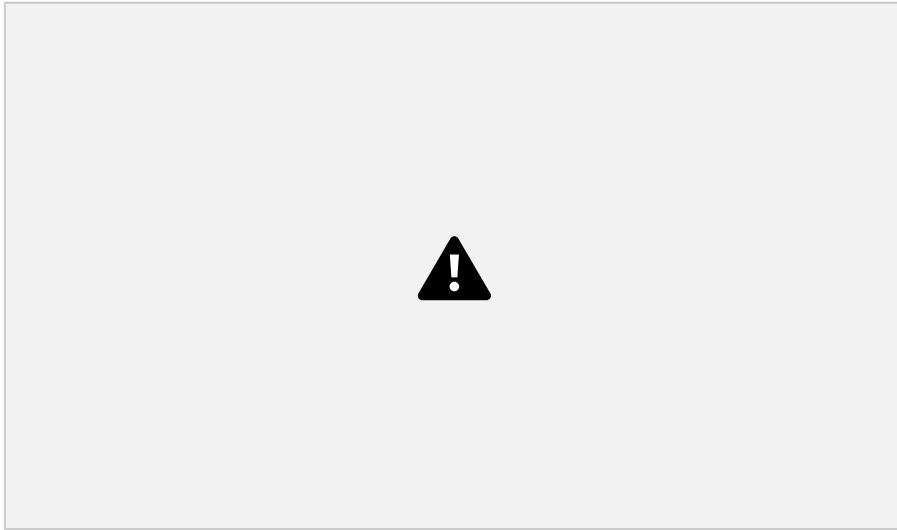
entre 3 bilhões e 11 bilhões de dólares no novo processo de originação de hipotecas nos EUA e UE combinados (CAPGEMINI CONSULTING, 2016 [8]).”

### 3.1.4 REDUÇÕES DE CUSTOS NO SETOR DE SEGUROS AUTOMOTIVOS:

“Acreditamos que, no setor de seguros de veículos motores, smart contracts que trazem seguradores, clientes e terceiros para uma única plataforma levarão a eficiências de processos, e tempo e custos reduzidos de processamentos de sinistros. Em adição, terceiros como garagens, provedores de transporte e hospitais – assim que fizerem parte do livro-razão distribuído – serão capazes de prover suporte mais rápido para sinistros de clientes e podem esperar por processamentos mais rápidos de sinistros.

O setor de seguros automotivos do Reino Unido processou 3.7 milhões de sinistros e gastou 13.3 bilhões de dólares em custos e gastos de sinistragem. Calculamos que aproximadamente 1.67 bilhões de dólares, ou 12.5% dos custos totais, poderiam ser poupados pela adoção de smart contracts. Baseado no mercado de seguros automotivos do Reino Unido, estimamos que anualmente 21 bilhões de dólares poderiam ser poupados pelo setor global de seguros automotivos devido ao uso de smart contracts.

Uma porcentagem das poupanças poderiam ser repassadas aos consumidores por meio de menores prêmios nas apólices de seguros automotivos. Estimamos que as poupanças de custos equivalem a uma redução de 90 dólares em média em cada pagamento de prêmio se os seguradores passarem todas as poupanças geradas pela adoção de smart contracts para os consumidores, e 45 dólares por prêmio caso decidam repassar apenas 50% das poupanças (CAPGEMINI CONSULTING, 2016 [8]).”



*Figura 2. Resumo dos potenciais ganhos dos exemplos 2 a 4. Capgemini (2016) [8].*

### 3.1.5 PROTÓTIPO DE UMA REDE DE COMPARTILHAMENTO DE INFORMAÇÕES ENTRE ORGANIZAÇÕES INDUSTRIAIS:

Com a customização de produtos sendo uma oportunidade emergente de negócios, organizações precisam encontrar formas de colaborar e permitir o compartilhamento de informações em uma rede inherentemente sem necessidade de confiança. Nesse paper, propomos “FabRec”, uma abordagem descentralizada para manipular informações de manufatura geradas por várias organizações usando tecnologia blockchain. Propomos um sistema em que uma rede descentralizada de máquinas industriais e nós computacionais podem permitir transparência automatizada da capacidade de uma organização, verificação por terceiros desta capacidade por meio de uma trilha de eventos passados e mecanismos automatizados para conduzir contratos sem papel entre os participantes usando smart contracts. Nossa sistema descentraliza informações críticas sobre o fabricante e disponibiliza em uma rede “peer-to-peer” composta de nós fiduciários para assegurar transparência e proveniência dos dados por meio de uma trilha auditável. Apresentamos uma plataforma de teste por meio de uma combinação de máquinas industriais, plataformas de sistema-no-chip e nós computacionais para demonstrar mecanismos em que um consórcio de organizações distintas podem comunicar-se através de uma rede descentralizada. Nossa protótipo demonstra o valor de código de computador residente em uma rede descentralizada para

a verificação de informação em blockchain e formas em que ações podem ser inicializadas de forma autônoma no mundo físico (ANGRISH et al., 2018 [4]).

### 3.1.6 GANHOS DE EFICIÊNCIA NO SETOR DE LOGÍSTICA:

Os smart contracts podem melhorar a rastreabilidade dentro da cadeia logística permitindo que o inventário seja rastreado em cada passo durante a jornada, desde o origem da matéria-prima até a entrega ao usuário final. Isso pode ser alcançado pelo uso de números de série, etiquetas RFID (identificação de rádio-frequência) ou sensores inteligentes. Este último é particularmente promissor, especialmente com o crescimento rápido de IoT e dispositivos conectados. Sensores inteligentes podem potencialmente prover uma riqueza de dados como localização, condições ambientais, e até qualidade do produto (especialmente para produtos perecíveis). Com mais informações e atualizações em tempo real no status do produto, gerentes de cadeias logísticas conseguem tomar melhores e mais rápidas decisões. Por exemplo, se eles sabem que um lote de bens deteriorou em qualidade no meio do processo logístico, eles podem ativar um lote reserva em vez de esperar até o lote ruim chegar para tomar alguma decisão. Isso pode ajudar a reduzir atrasos e mantém a cadeia logística ágil. Organizações estarão também melhor equipadas para lidar com disruptões como desastres naturais, greves fabris, ou acidentes de entregas. Em um mundo com competição de produtos crescente, ser capaz de manter a continuidade de oferta podem fazer uma boa diferença para aumentar a confiança do consumidor e suas impressões de uma marca (LAW, 2017 [18]).

## 3.2 APLICAÇÕES JÁ EXISTENTES:

### 3.2.1 CASOS DE USO DE SMART CONTRACTS EM FINANÇAS:

“Finanças Descentralizadas, ou Decentralized Finances (DeFi), em seu termo original, representam uma alternativa a serviços financeiros tradicionais, e estão crescendo em popularidade graças às características transparentes, imutáveis e sem necessidade de confiança (em terceiros) das blockchains e tecnologias de smart

contracts. dApps (Apps descentralizados) provêm serviços paralelos ao setor bancário e de serviços financeiros – junto com novos tipos de produtos e modelos de negócios descentralizados que podem oferecer benefícios e utilidades consideráveis para os usuários. Com a crescente transparência proporcionada pelos smart contracts (junto com funcionalidade 24/7 e custos reduzidos), dApps têm o potencial para reduzir as barreiras de entradas na arena de serviços financeiros para pessoas de todo o mundo.

Projetos DeFi já angariaram bilhões de dólares em valor e parecem continuar essa tendência conforme mais pessoas vão se familiarizando com as proposições únicas de valor neste setor. Usuários podem participar nesta nova geração de serviços financeiros sem a necessidade de custódia centralizada ou taxas de intermediários. Apesar do setor DeFi ter apenas alguns anos de idade, dado o número de dApps inovativos que já estão provendo valor e utilidade a consumidores, os efeitos de dApps movidos a smart contracts no setor financeiro já estão sendo sentidos (GEMINI [15]).”

“Aave é um protocolo de liquidez não-custodial descentralizado onde usuários podem participar como depositários ou tomadores de empréstimos. Depositários provêm liquidez ao mercado para gerarem uma renda passiva, enquanto os tomadores de empréstimos podem pegar empréstimos de forma supercolateralizada ou subcolateralizada.

O Protocolo Aave é completamente open-source, o que permite a qualquer um interagir com um cliente de interface de usuário (UI), API ou diretamente com os smart contracts na blockchain Ethereum. Ser open-source significa que é possível construir qualquer serviço terceirizado ou aplicação para interagir com o protocolo (AAVE [1]).”

### 3.2.2 SEGURO PARAMÉTRICO CONTRA IMPREVISTOS NATURAIS NA AGRICULTURA:

Segundo a empresa Arbol, seguro paramétrico é um seguro em que “O cliente se protege contra um evento específico se assegurando baseado em um gatilho pré-acordado. Se este gatilho é alcançado, o cliente torna-se elegível a um pagamento. Os contratos pagam baseados em métricas pré-determinadas, verificáveis e objetivas. Fontes de dados incluem fontes públicas confiáveis e seguras de instituições como NASA e NOAA (ARBOL [5]).”

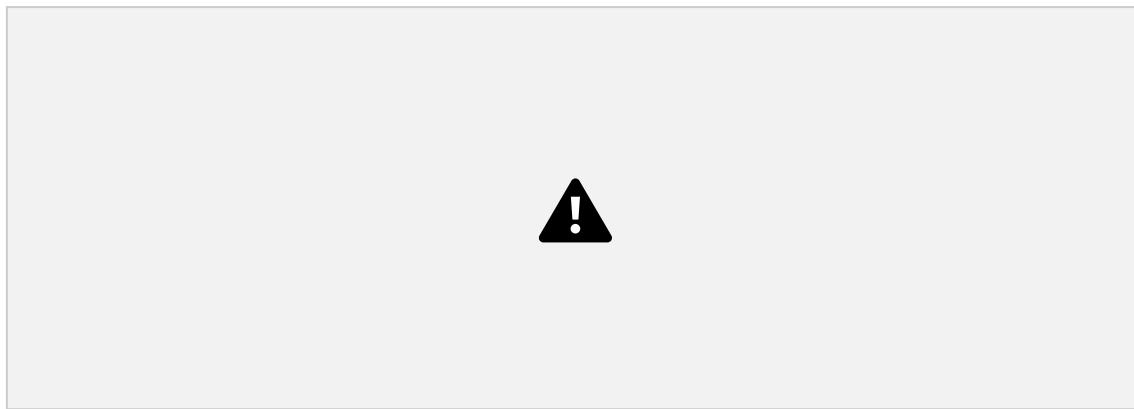


Figura 3. Comparação entre seguro paramétrico e seguro tradicional. Arbol [5].

Segue um excerto do estudo de caso da Arbol para uma empresa de descaroçamento de algodão, a Punkin Center Gins:

“Para estabelecer uma rede de segurança para seu negócio como proteção contra outra colheita perdida, Al Crisp, dono da Punkin Center Gins, inscreveu seu negócio no primeiro-do-tipo Programa de Rendimento de Área (PRA) da Arbol para algodão. O PRA aproveita dados climáticos independentes da dClimate para prover proteção para negócios na indústria de algodão contra perdas de rendimento. Ter o PRA ajudou-o a salvar seu negócio.

Pontos-chave: ter o programa proveu a Punkin Center Gins proteção financeira contra eventos climáticos que resultam em baixos rendimentos de algodão. Ter peças chave de infraestrutura de risco no lugar, como seguro e proteção paramétrica é crítico para agronegócios afetados por eventos climáticos. Sem ferramentas gerenciamento de risco no lugar, mesmo os agronegócios mais bem-sucedidos podem sofrer. Punkin Center Gins recebeu um pagamento grande e rápido para compensar as perdas que o negócio experienciou devido a baixo rendimento de colheita.

A Punkin Center Gins processou apenas 6600 fardos de algodão durante o ano em que se inscreveu no PRA. Para colocar em perspectiva, isso representa algodão suficiente apenas para um pouco mais de uma semana de descaroçamento (do algodão) durante um ano normal. Sem algodão entrando no processo, o negócio central da Punkin é prejudicado. Eventos climáticos como seca, enchentes etc. que afetam adversamente

rendimentos de colheita são imprevisíveis mas financeiramente prejudiciais. As ameaças financeiras do clima são reais e estão aumentando para milhões de fazendeiros.

Empresas como a Punkin Center Gins podem fazer uma apólice que cubra condados específicos, e quando o conjunto de dados aplicável indica que os rendimentos de algodão estão abaixo do gatilho elegido, um pagamento automático e rápido é acionado. O PRA é apoiado por dados à prova de adulteração do Departamento de Agricultura dos EUA pelo dClimate. O Programa de Rendimento de Área da Arbol permite a operadores de descaroçamento e outros negócios de algodão serem pagos rapidamente e objetivamente baseados em dados independentes como uma proteção contra clima ruim que impacta a colheita (ARBOL [6]).”

### 3.2.3 VAREJISTA HOME DEPOT UTILIZA BLOCKCHAIN E SMART CONTRACTS PARA RASTREAR FALHAS NA CADEIA LOGÍSTICA:

“A tecnologia de blockchain da IBM proporciona visibilidade em tempo real e se alguma variância ocorre em algum ponto de parada na cadeia logística, ambos o Home Depot e seus fornecedores podem resolver o problema imediatamente. Serem capazes de identificar rapidamente onde o problema começou permite que o varejista e os fornecedores tenham flexibilidade para lidar com as situações.

Por design, a blockchain cria um registro permanente e imutável de dados em tempo real - para que ninguém possa alterá-lo ou removê-lo. O acesso baseado em cargos significa que os fornecedores veem apenas o que precisam ver. Nenhum outro fornecedor verá as informações de outro fornecedor.

‘Estamos essencialmente permitindo que os fornecedores tenham visibilidade de nosso recebimento, e eles estão nos permitindo visibilidade do que eles enviaram’, explica Quartel. ‘É quase como se um acordo estivesse acontecendo com cada transação em vez de esperar seis, nove, doze meses no futuro.’

‘Começamos a analisar os diferentes smart contracts. É uma questão de unidade de medida?’ Quartel continua. ‘Será que recebi em um local, mas por qualquer motivo, não estou recebendo no segundo local?’ Cada um deles é um ponto de parada onde

podemos fazer uma ligação para saber se houve problema com o fornecedor ou um problema conosco. E estamos fazendo essa ligação em tempo real.'

Os fornecedores que aderiram ao novo sistema de cadeia de suprimentos da The Home Depot proporcionaram um ótimo começo para preencher as lacunas de visibilidade e comunicação, e o resultado foi uma verdadeira colaboração entre as entidades. O novo processo melhorou muito a eficiência dos fornecedores e da equipe da The Home Depot, permitindo que o varejista se concentre em outras formas de melhorar a experiência do cliente em suas lojas (IBM BLOCKCHAIN [17])."

#### **4. DESAFIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DE SMART CONTRACTS**

Para alguns provedores de serviços, os smart contracts podem automatizar seu processo de entrega, cobrança, aplicação de termos não conformes, cancelamento, ação legal e possivelmente outras ações em auto aplicação algorítmica. Por exemplo, no caso de aluguel de serviços de programação de filmes e séries (*streaming*). As partes podem estabelecer prazos mínimos de prestação de serviços de qualidade, limitações de disponibilidade, datas e valores de pagamento, multas por atraso, entre outros (FERRAZ; SILVA, 2019 [14]).

Para cada caso, o contrato inteligente executa uma ação. Se o pagamento não for efetuado por insuficiência de fundos, cartão vencido, excesso de limite, etc., o contrato suspenderá automaticamente o serviço dentro do prazo acordado por ambas as partes e executará o bloqueio de forma independente (TEPEDINO; DA GUIA SILVA, 2021 [28]).

Por outro lado, se a qualidade do serviço não atender aos termos do contrato, há perda de sinal ou qualquer interrupção do serviço, apenas para citar algumas questões, como a cláusula de auto execução automática do contrato inteligente a cada problema encontrado. Portanto, o contrato pode ser cumprido com o mínimo de intervenção humana, com estrita observância dos termos estabelecidos. Esta solução de contrato

inteligente pode fornecer uma ampla gama de serviços, como energia, fornecimento de gás, água, telefone, limpeza, proteção, etc. As vantagens estabelecidas nos recursos do *Airbnb* mencionados acima são igualmente úteis nesses casos (FERRAZ; SILVA, 2019 [14]).

Na evolução do conceito envolvendo mais atores, situações envolvendo contratos de compra e venda de bens como automóveis podem ser analisadas por analogia. O proprietário elabora um contrato de venda ao comprador com base no valor determinado por ambas as partes. Nesse negócio jurídico típico, por meio de smart contracts, os termos do contrato estipulam a transferência do valor das mercadorias do comprador para o proprietário. Então, uma vez feito o pagamento, a propriedade do bem e a subsequente entrega do título do carro serão transferidas dentro de, digamos, dois dias após a confirmação da transação (TEPEDINO; DA GUIA SILVA, 2021 [28]).

Para uma melhor avaliação, pode-se considerar que todos os participantes têm acesso à tecnologia *blockchain*, ou seja, as instituições financeiras envolvidas possuem cadastro digital dos participantes, o veículo possui seu cadastro digital junto ao órgão nacional de responsabilidade civil Detran, e as partes possuem cadastro identificação digital. Uma vez que o contrato digital seja redigido e formalmente analisado e verificado pelas partes, as quatro partes envolvidas na transação legítima registrarão sua devida aceitação e autorizarão sua realização digital (FERRAZ; SILVA, 2019 [14]).

Com autonomia e auto execução, segue-se o primeiro estado, pelo qual o veículo é pago por meio de transferência de valor entre a instituição financeira do comprador e a instituição financeira do vendedor. Conforme previamente notificado às instituições financeiras, a *blockchain* regista e garante a primeira transação (TEPEDINO; DA GUIA SILVA, 2021 [28]).

Quando se requer uma transferência de propriedade, o Detran é devidamente autorizado pela execução da primeira transação, identifica o carro em seu banco de dados e altera a *blockchain* envolvendo o veículo, identifica o novo proprietário, mantém registros do antigo proprietário e insere as informações do novo proprietário. Em seguida, relata a conclusão da transação, a transferência válida de propriedade, para o contrato inteligente, que é verificado pelas partes envolvidas (FERRAZ; SILVA, 2019 [14]).

Na terceira etapa, em um ambiente fora do contrato inteligente, as partes aguardarão que o vendedor efetivamente entregue o veículo, o que exigirá, por exemplo, um recibo para documentar o veículo, conforme regras algorítmicas. Portanto, cabe ao comprador registrar o recebimento no aplicativo como uma nova transação no contrato inteligente. Portanto, o contrato será executado, o negócio jurídico será idealmente concluído e a execução é considerada normal para o contrato (TEPEDINO; DA GUIA SILVA, 2021 [28]).

Nesta solução, percebe-se que um dos atuais elementos em falta no negócio jurídico é o Registro Civil, que atualmente é responsável por certificar e garantir a autenticidade e confiabilidade das partes envolvidas. No caso de imóveis, a propriedade precisa de uma *blockchain* que altere sua sequência de propriedade de alguma forma, possivelmente em um registro de imóveis, e forneça informações sobre a transferência de título. Nesse negócio legítimo, é necessário o envolvimento de outro órgão, a administração pública municipal, para o pagamento efetivo dos tributos devidos ao longo do processo de transferência de propriedade. Nesses contratos, os municípios podem utilizar a tecnologia como uma das etapas na execução dos smart contracts, simplificando ainda mais todo o processo (FERRAZ; SILVA, 2019 [14]).

Portanto, novos participantes precisam ser incluídos com base nas características associadas a cada negócio jurídico. No entanto, os critérios para o perfeito funcionamento dos smart contracts envolvem a disponibilidade da infraestrutura necessária para o uso da tecnologia, que será realizada em conjunto pelos órgãos competentes (SCHECHTMAN, 2019 [25]).

A licitação pública, embora inserida no campo do direito administrativo, está diretamente relacionada à possibilidade de utilização de smart contracts. À medida que a participação em entidades governamentais continua a aumentar, conforme descrito no caso anterior de transferência de bens e bens, o concurso propõe um maior número de participantes, nomeadamente fornecedores de bens e serviços à administração pública (FERRAZ; SILVA, 2019 [14]).

O processo licitatório vem evoluindo seus controles e se adaptando às novas tecnologias, como transações eletrônicas e portais de transparência e compras, tornando os contratos para executivos do governo mais rápidos e abertos. Nos smart contracts, bancos de dados de sistemas públicos como o SIAFI (Sistema Integrado de Gestão

Financeira) podem ser integrados para formar contratos que, por exemplo, permitem consulta sobre preços, pagamentos, reajustes e multas. 57 contratos públicos envolvendo licitações seguindo processo semelhante utilizando os critérios estabelecidos pelo Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão IN nº 5/2017 (SCHECHTMAN, 2019 [25]).

Por exemplo, apesar da promessa do uso de smart contracts, alguns problemas frequentemente associados a novas tecnologias ainda surgem e ainda precisam ser melhor abordados. Ainda não há muitos profissionais qualificados em informática e direito que possam falar sobre essas novas tecnologias. Para transações de alto volume envolvendo a execução de smart contracts complexos, o ambiente *blockchain* ainda precisa ser devidamente testado, verificado e aprovado. A tecnologia de contrato inteligente ainda não é amplamente utilizada, nem há uma grande plataforma de usuários usando a tecnologia de maneira estável e madura o suficiente (FERRAZ; SILVA, 2019 [14]).

Os smart contracts são determinísticos, ou seja, uma determinada entrada produzirá uma saída específica esperada e lógica. No entanto, a complexidade embutida nos termos pode fazer com que a depuração do resultado final exija testes exaustivos e, mesmo assim, leve a "inconsistências" inesperadas que precisam ser tratadas separadamente sem poder automatizá-las (SCHECHTMAN, 2019 [25]).

Por ser um programa auto executável, a rotina de exceção necessita de um melhor tratamento de erros, seja quando uma das cláusulas não está conforme ou devido a um erro de programação (bug). Para explorar plenamente o potencial e as capacidades dessas tecnologias, é necessária a participação de agências financeiras, comerciais e governamentais nacionais e internacionais. Retornos efetivos tendem a aumentar com o nível de integração das menores partes envolvidas na auto execução de smart contracts (FERRAZ; SILVA, 2019 [14]).

Cada estágio da execução do contrato inteligente e o cumprimento dos termos do contrato abrem grandes perspectivas para cláusulas jurisdicionais inspiradoras. A falta de regulamentação e legislação específica, mesmo sem o devido embasamento jurídico e teórico, agravará as disputas, que se manifestam como riscos que precisam ser superados com o necessário pioneirismo tecnológico (SILVA, 2021 [27]).

Como um negócio de direito contratual, os smart contracts são, por meio de analogia e estrutura factual, parte da teoria do contrato. As partes negociaram previamente com relação à sua execução, a execução do contrato. As formas contratuais, por sua vez, envolvem múltiplas negociações em ambiente digital, formulação de termos e acordos finais, outras formas de assinaturas e aceites, garantias eletrônicas, integração com instituições, enfim, inovações que devem ser consideradas de forma semelhante ao atual contrato (FERRAZ; SILVA, 2019 [14]).

São impostas limitações à auto execução, portanto, as cláusulas de exceção devem ser minuciosamente analisadas, pois sua autonomia em relação ao cumprimento ou descumprimento pode afetar situações ainda não enfrentadas, e novas negociações ocorrerão agora entre as partes. Razoabilidade, proporcionalidade e boa-fé, princípios contratuais relacionados à interpretação não permitem interpretação binária dos procedimentos, o que requer atenção especial. No refinamento de algoritmos numéricos, detalhes lexicais reduzidos e mais simples são definitivamente necessários para tornar sua implementação mais objetiva e eficiente. De uma perspectiva mais otimista, no entanto, tal análise pode afastar o ágio subjetivo das partes, levando ao necessário esclarecimento de cláusulas que permitem interpretações questionáveis ou menos claras. Quando convertido em codificação, o algoritmo será insensível, frio e metódico, fazendo cumprir as cláusulas estabelecidas (SILVA, 2021 [27]).

Alterações nos contratos, como métodos de pagamento, às vezes são convertidas e negociadas. Na execução automática, essa possibilidade permanece reduzida, apesar do fato de que a flexibilidade e a modificação das obrigações de desempenho são inerentemente específicas do negócio, muitas vezes resultado de mudanças na empresa-mãe ou no ambiente social (LIRA, 2018 [20]).

Embora os desdobramentos regulatórios em outros países sejam tratados na seção de aplicações *blockchain*, no ordenamento jurídico brasileiro, a Câmara dos Deputados realizou audiência pública em 19 de junho de 2018 na Comissão de Ciência, Tecnologia, Comunicação e Informação, sob o tema “*Blockchain*” a necessidade de regulamentação técnica” (SILVA, 2021 [27]).

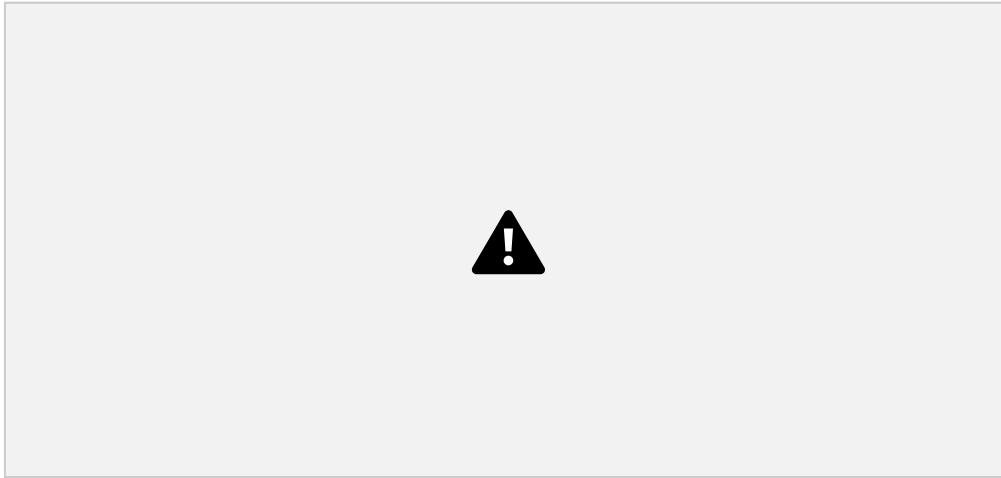
No mês de Maio do ano de realização do presente estudo, houve um projeto de lei para permitir a validação de contratos criptográficos sem intermediários, ou seja, precisamente os smart contracts em blockchain, porém até o momento de finalização do

estudo (Novembro de 2022), nada ainda conclusivo. “O Projeto de Lei 954/22 altera o Código Civil para permitir o uso de soluções tecnológicas na validação e autenticação de contratos definidos como atípicos, ou seja, aqueles que não possuem forma geral prevista em lei. O texto tramita na Câmara dos Deputados. (AGÊNCIA CÂMARA DE NOTÍCIAS, 2022 [2])”

O impacto das novas tecnologias na ciência jurídica é cada vez mais percebido, principalmente quando se trata de soluções de inteligência artificial (IA). Em um estudo realizado no início de 2019, as habilidades de 20 advogados experientes foram analisadas e comparadas a aplicativos com inteligência artificial. A tarefa incluiu uma análise dos riscos contidos em cinco acordos de confidencialidade envolvendo diretores jurídicos, advogados independentes e parceiros de grandes empresas globais, incluindo *Goldman Sachs, Cisco e Alston & Bird*. Concluiu-se que a IA atingiu 94% de precisão, enquanto os advogados atingiram uma média de 85%. A IA é incomparável considerando o tempo gasto, analisando todos os contratos em apenas 26 segundos em comparação com 92 minutos para advogados (SILVA, 2021 [27]).

Como todos sabemos, isso é logicamente impossível mesmo para contratos tradicionais. Existem diversas circunstâncias jurídicas e econômicas que podem afetar o cumprimento das obrigações além da possibilidade de antevê-las e listá-las em um programa de computador. Além disso, os sistemas de software representam uma limitação devido à sua natureza condicional. Após um certo número de condições estabelecidas para selecionar a próxima ação a ser cumprida ou violada, erros e erros podem ocorrer, impossibilitando-a. Em casos envolvendo conduta negligente de uma das partes, como sigilo profissional, a codificação dessas possibilidades é extremamente trabalhosa, senão impossível. Portanto, o custo de antecipar todos os cenários possíveis, aliado ao poder computacional insuficiente para executá-los integralmente, pode ser mais caro do que os contratos tradicionais (DIVINO, 2018 [12]).

E por fim, existem algumas outras dificuldades técnicas relacionadas à implementação bem-sucedida dos smart contracts, como escalabilidade, interoperabilidade, privacidade e segurança dos usuários etc., como listado na figura abaixo (CAPGEMINI CONSULTING, 2016 [8]):



*Figura 4. Resumo dos desafios para a implementação de smart contracts em blockchain. Capgemini Consulting (2016) [8].*

## 5. CONCLUSÃO

As tecnologias de blockchain e smart contracts surgiram inicialmente de forma privada e “open-source”, sem envolvimento explícito e regulamentado de entidades governamentais. Mas, paradoxalmente, para haver adoção em massa e mais empresas, pessoas e entidades usufruirem dos benefícios destas tecnologias, elas necessitam ter melhor apoio de estruturas estabelecidas da sociedade, como regulamentação governamental, a fim de estabelecer confiança às partes que desejam se envolver com elas.

Como solução conceitual, os smart contracts podem ser considerados uma revolução ousada e, combinados com outras tecnologias, podem perceber uma direção realista, incluindo redução de custos, agilidade de execução, confiabilidade garantida, segurança, abertura e privacidade. No entanto, ainda há necessidade de uma infraestrutura habilitada para tecnologia que está disponível apenas nos poucos países onde o governo está envolvido na fusão.

É claro que o governo é uma parte importante deste processo, tanto em termos de promoção como de regulação, e isso se reflete no ponto de vista de melhoria dos serviços prestados aos cidadãos. No contexto do ordenamento jurídico brasileiro, especificamente, a teoria do contrato e o grande e lento atendimento judicial, principalmente no Supremo Tribunal Federal, ainda dificultam a implementação dessa tecnologia.

Após o primeiro passo de regulamentação, vem o passo inerente a qualquer forma de tecnologia nascente, que é encontrar capital humano disponível para aprender a usufruir dessas tecnologias e alavancar seus benefícios para o resto da humanidade. Desenvolvedores, Especialistas Jurídicos – seja no campo privado ou público, Gerentes de Produto e Marketing familiarizados com as tecnologias e soluções etc.

Como exemplificado na seção 3, já existem algumas aplicações que vêm sendo usadas e gerando valor para seus usuários, inclusive dentro de grandes empresas. Não é fácil encontrar muitos exemplos de sucesso duradouro, mas parecem estar surgindo, principalmente desde 2017. Somente o tempo dirá se estas tecnologias vão conseguir se desassociar de suas aplicações especulativas originais – as criptomoedas –, e serem largamente aplicadas em contextos os mais diferenciados possíveis. Mas parece que há possibilidades reais e interessantes a serem exploradas.

## REFERÊNCIAS

- [1] AAVE. **Introduction to Aave**. Disponível em: <<https://docs.aave.com/faq/>>. Acesso em: Novembro de 2022.
- [2] AGÊNCIA CÂMARA DE NOTÍCIAS. **Projeto permite uso de tecnologias para validar contratos sem forma legal prevista**. Disponível em: <<https://www.camara.leg.br/noticias/869988-projeto-permite-uso-de-tecnologias-para-validar-contratos-sem-forma-legal-prevista/>>. Acesso em: Novembro de 2022.
- [3] ALMEIDA, Bianca Santos Cavalli. Aplicabilidade dos *Smart Contracts* nas Instituições Financeiras. **Revista da Procuradoria-Geral do Banco Central**, v. 14, n. 1, p. 28-38, 2020.
- [4] ANGRISH, Atin; CRAVER, Benjamin; HASAN Mahmud; STARLY, Binil. **A Case Study for Blockchain in Manufacturing: “FabRec”: A Prototype for Peer-to-Peer Network of Manufacturing Nodes**. Procedia Manufacturing, Volume 26, 2018, Pages 1180-1192, ISSN 2351-9789. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.07.154>>. Acesso em: Novembro de 2022.

- [5] ARBOL. Disponível em: <<https://www.arbol.io/>>. Acesso em: Novembro de 2022.
- [6] ARBOL. **Case Studies: Punkin Center Gins**. Disponível em: <<https://www.arbol.io/case-studies/punkin-center-gins>>. Acesso em: Novembro de 2022.
- [7] BRAGA, Alexandre Melo. TECNOLOGIA *BLOCKCHAIN: Fundamentos, Tecnologias de Segurança e Desenvolvimento de Software*. CPQD, 2017 Disponível em: <[https://www.cpqd.com.br/wp-content/uploads/2017/09/whitepaper\\_blockchain\\_fundamentos\\_tecnologias\\_de\\_seguranca\\_e\\_desenvolvimento\\_de\\_softwar\\_FINAL.pdf](https://www.cpqd.com.br/wp-content/uploads/2017/09/whitepaper_blockchain_fundamentos_tecnologias_de_seguranca_e_desenvolvimento_de_softwar_FINAL.pdf)>. Acesso em: Agosto de 2022.
- [8] CAPGEMINI CONSULTING. **Blockchain Smart Contracts in Financial Services: Getting from Hype to Reality**. 2016. Disponível em: <<https://www.capgemini.com/br-pt/resources/smart-contracts-in-financial-services-getting-from-hype-to-reality/>>. Acesso em: Novembro de 2022.
- [9] CARVALHO, Leonardo Rodrigues. **Tecnologia Blockchain e as suas possíveis aplicações no processo de comunicação científica**. Monografia (Graduação - Biblioteconomia) -- Universidade de Brasília, Faculdade de Ciência da Informação, 2018.
- [10] CHRISTIDIS, Konstantinos.; DEVETSIKOTIS, Michael. **Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things**. Em IEEE Access, vol. 4, pp. 2292-2303, 2016, doi: 10.1109/ACCESS.2016.2566339.
- [11] CPQD- Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações. **Tecnologia Blockchain: uma visão geral**. 2017. Disponível em: <<https://www.cpqd.com.br/wp-content/uploads/2017/03/cpqd-whitepaper-blockchain-impresso.pdf>>. Acesso em: Agosto de 2022.
- [12] DIVINO, Sthéfano Bruno Santos. *Smart contracts*: conceitos, limitações, aplicabilidade e desafios. **Revista Jurídica Luso-Brasileira**, p. 2776, 2018.
- [13] ETHEREUM.ORG. **Introduction to Smart Contracts**. Disponível em: <<https://ethereum.org/en/smart-contracts/>>. Acesso em: Outubro de 2022.
- [14] FERRAZ, Robertson Novellino; SILVA, Artur Stamford da (Orient.). **As tecnologias envolvendo os smart contracts (smart contracts) e alguns dos impactos nos contratos**. 2019. 66 f. TCC(graduação em Direito) - Faculdade de Direito do Recife - CCJ - Universidade Federal de Pernambuco - UFPE - Recife, 2019.
- [15] GEMINI. **Real-World Use Cases for Smart Contracts and dApps**. Disponível em: <<https://www.gemini.com/cryptopedia/smart-contract-examples-smart-contract-use-cases>>. Acesso em: Novembro de 2022.

- [16] IBM. **What are smart contracts on blockchain?** Disponível em: <<https://www.ibm.com/topics/smart-contracts>>. Acesso em: Novembro de 2022.
- [17] IBM BLOCKCHAIN. **Case studies: The Home Depot.** Disponível em: <<https://www.ibm.com/case-studies/the-home-depot/>>. Acesso em: Novembro de 2022.
- [18] LAW, Angwei. **Smart contracts and their application in supply chain management.** Thesis: S.M. in Engineering and Management, Massachusetts Institute of Technology, System Design and Management Program, 2017. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1721.1/114082>>. Acesso em: Novembro de 2022.
- [19] LIMA, João Rômulo Pereira. **Criptomoedas: Regulação e Oportunidades.** Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio Rio de Janeiro, 2018.
- [20] LIRA, Caroline Trindade Martins. A tecnologia aplicada ao direito: *smart contracts em blockchain* e o futuro da advocacia privada. 2018.
- [21] LISBOA, Roberto Senise; BONI, Bruno Ricardo. **A formação e a conclusão dos contratos eletrônicos.** Revista FMU Direito. São Paulo, ano 24, n. 32, p.123-140, 2010.
- [22] MOREIRA, Isabella Garcia Almeida. **Utilização de contratos eletrônicos na atividade empresária.** Congresso Nacional de Direito Empresarial da Toledo Prudente. v. 1, n. 1 (2018).
- [23] NOBREGA, Marcos Rios; DE MELO CAVALCANTI, Mariana Oliveira. *Smart contracts* ou “smart contracts”: o direito na era da *blockchain*. **Revista científica disruptiva**, v. 2, n. 1, p. 91-118, 2020.
- [24] RAMOS, Victor de Moraes. **A validade dos contratos celebrados pela internet (contratos eletrônicos).** Revista Direito UNIFACS. Disponível em: <<https://revistas.unifacs.br/index.php/redu/article/view/539>>. Acesso em: Setembro de 2022.
- [25] SCHECHTMAN, David. **Introdução e Guia Prático a Smart Contracts** (Introduction and practical guide to smart contracts). 2019.
- [26] SICHEL, Ricardo Luiz; CALIXTO, Sidney Rodrigues. **Criptomoedas: impactos Na Economia Global. Perspectivas.** Revista de Direito da Cidade. vol. 10, nº 3. ISSN 2317-7721, 2018.
- [27] SILVA, Jessica Costa Caldas da. **Smart contracts e o ordenamento jurídico brasileiro:** os contratos de compra e venda frente a tecnologia *blockchain*. São Luís: Centro Universitário UNDB, 2021.
- [28] TEPEDINO, Gustavo; DA GUIA SILVA, Rodrigo. **"Smart contracts" e as novas perspectivas de gestão do risco contratual. Pensar-Revista de Ciências Jurídicas**, v. 26, n. 1, 2021.