FGV DIREITO SP

MESTRADO PROFISSIONAL

Smart Contracts e a auto execução de obrigações: *transparência nas decisões algorítmicas*

Aluno: Wilson Fernando Maciel

Orientador: Paulo Doron Rehder de Araújo

Projeto de pesquisa apresentado
ao Mestrado Profissional da FGV
Direito SP.

Versão de 31.10.2023

1. Tema, contexto, e modelo de pesquisa predominante

Vivemos em uma era de digitalização crescente dos negócios, onde a transparência nas transações é cada vez mais valorizada. Nesse cenário, os Smart Contracts surgem como uma ferramenta promissora para garantir essa transparência, especialmente quando se trata de decisões algorítmicas. A pesquisa se propõe a explorar essa relação e entender como os Smart Contracts podem contribuir para um ambiente de negócios mais transparente e confiável.

Os Smart Contracts podem ser definidos como contratos autoexecutáveis, baseados em tecnologias de Blockchain. Esses contratos são programados para executar automaticamente os termos e condições acordados entre as partes, sem a necessidade de interferência humana. Como resultado, a execução se torna mais eficiente e precisa, e as transações se tornam mais transparentes. A transparência é um aspecto fundamental para a confiança nos negócios. As partes envolvidas em uma transação desejam ter a certeza de que as obrigações serão cumpridas de acordo com o acordado, sem qualquer interferência ou manipulação por parte das partes envolvidas.

Os Smart Contracts podem fornecer essa transparência, uma vez que todas as regras e procedimentos estão definidos de forma clara e programada no contrato. Isso

elimina qualquer ambiguidade e possibilita uma execução confiável e transparente das obrigações. Além disso, as decisões algorítmicas desempenham um papel cada vez mais importante nos negócios modernos.

Algoritmos são utilizados para tomar decisões complexas, como precificação de produtos, alocação de recursos e detecção de fraudes. No entanto, a opacidade desses algoritmos pode gerar preocupações em relação à justiça e imparcialidade das decisões tomadas.

Os Smart Contracts podem ajudar a mitigar essas preocupações, uma vez que todas as regras e condições relacionadas às decisões algorítmicas podem ser programadas e visualizadas de forma transparente. Ao utilizar Smart Contracts para a auto execução de obrigações, é possível garantir que as decisões algorítmicas sejam tomadas de acordo com regras pré-determinadas. Isso significa que as partes envolvidas em uma transação têm a garantia de que suas decisões serão imparciais e justas, sem qualquer influência indevida. Essa transparência nas decisões algorítmicas aumenta a confiança nas transações e contribui para a construção de um ambiente de negócios mais confiável.

No entanto, apesar dos benefícios dos Smart Contracts na garantia da transparência nas decisões algorítmicas, também existem desafios a serem considerados. Um dos principais desafios é garantir a integridade dos algoritmos utilizados nos contratos. É necessário garantir que esses algoritmos sejam corretos, justos e não envolvam discriminação ou injustiça. Além disso, também é importante garantir a imutabilidade dos Smart Contracts e proteger os dados e informações confidenciais armazenados na Blockchain.

Outro desafio relacionado à transparência nas decisões algorítmicas é a dificuldade de interpretar e auditar os resultados dessas decisões. Algoritmos complexos podem ser difíceis de entender e analisar, especialmente para pessoas sem conhecimento técnico. Portanto, é fundamental desenvolver métodos e ferramentas que facilitem a auditoria dos algoritmos utilizados nos Smart Contracts, para garantir que as decisões sejam tomadas de forma justa e imparcial. Em conclusão, os Smart Contracts representam uma ferramenta promissora para garantir a transparência nas decisões algorítmicas, contribuindo para um ambiente de negócios mais transparente e confiável.

Esses contratos autoexecutáveis eliminam a ambiguidade e possibilitam uma execução confiável e transparente das obrigações. No entanto, é necessário enfrentar desafios relacionados à integridade dos algoritmos e à dificuldade de interpretação e

auditoria dos resultados das decisões. Com esforços contínuos na melhoria dos Smart Contracts e no desenvolvimento de métodos de auditoria, podemos promover a transparência e a confiabilidade nas decisões algorítmicas, fortalecendo assim o ambiente de negócios digitalizado atual.

O presente trabalho adotará como modelo de pesquisa bibliográfica, buscando entender e delimitar, nos Smart Contracts e a auto execução de obrigações: transparência nas decisões algorítmicas: (i) como os Smart Contracts podem melhorar a transparência nas decisões algorítmicas? (ii) Quais são os benefícios e desafios da auto execução de obrigações através de Smart Contracts? (iii) Como a legislação atual se aplica aos Smart Contracts? (iv) Quais são as implicações éticas das decisões algorítmicas em Smart Contracts? (v) Como os Smart Contracts podem ser usados para melhorar a eficiência nos negócios? (vi) Quais são as principais barreiras para a adoção de Smart Contracts no setor jurídico? (vii) Como os Smart Contracts podem ser regulamentados para garantir a justiça e a equidade? (viii) Quais são as implicações de privacidade e segurança dos Smart Contracts? (ix) Como os Smart Contracts podem transformar o setor de serviços financeiros? (x) Quais são as melhores práticas para a implementação de Smart Contracts?

2. Quesitos, fontes de pesquisa e formas de acesso

Os quesitos principais que nortearão a pesquisa será A aplicação de Smart Contracts na indústria financeira, A regulamentação dos Smart Contracts, Os desafios éticos das decisões algorítmicas em Smart Contracts, **:** O impacto dos Smart Contracts na transparência das decisões algorítmicas.

Será utilizado como fonte de pesquisa no presente trabalho Artigos acadêmicos, relatórios de instituições financeiras, estudos de caso, Legislação pertinente, artigos jurídicos, opiniões de especialistas, Artigos acadêmicos sobre ética em tecnologia, opiniões de especialistas, estudos de caso, Artigos acadêmicos sobre transparência em tecnologia, relatórios de organizações não governamentais, estudos de caso.

Utilizar-se-á como formas de acesso Bibliotecas online, bases de dados acadêmicas (como JSTOR, ScienceDirect), Sites governamentais, bases de dados jurídicas (como Westlaw, LexisNexis), blogs jurídicos, Bibliotecas online, bases de dados acadêmicas (como IEEE Xplore, ACM Digital Library), blogs e sites especializados em

ética e tecnologia Bibliotecas online, bases de dados acadêmicas (como SpringerLink, Taylor & Francis Online), sites de organizações não governamentais

CONTEXTUALIZAÇÃO FÁTICA

✓ O conceito e as características dos Smart Contracts, como contratos autoexecutáveis baseados em tecnologia blockchain, que dispensam intermediários e reduzem custos e riscos.

✓ A importância da transparência nas decisões algorítmicas, como um princípio ético e jurídico que visa garantir a confiança, a accountability e a proteção dos direitos dos envolvidos nas relações contratuais mediadas por Smart Contracts.

✓ Os benefícios e os desafios dos Smart Contracts para a melhoria da transparência nas decisões algorítmicas, como a maior eficiência, segurança, autonomia e rastreabilidade, mas também a complexidade técnica, a falta de padronização, a dificuldade de interpretação e a possibilidade de erros ou fraudes.

✓ A regulação dos Smart Contracts e da transparência nas decisões algorítmicas, como um tema emergente e controverso no direito nacional e internacional, que envolve questões como a validade, a natureza jurídica, a jurisdição, a responsabilidade e a fiscalização dos Smart Contracts.

✓ A comparação entre os modelos normativos brasileiro e europeu sobre Smart Contracts e transparência nas decisões algorítmicas, como a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) e o Regulamento Geral de Proteção de Dados (GDPR), que trazem princípios, direitos e deveres para os agentes de tratamento de dados pessoais envolvidos nos Smart Contracts.

✓ Os agentes de tratamento de dados pessoais nos Smart Contracts, como o controlador, o operador e o encarregado (ou DPO), que têm funções e responsabilidades específicas na coleta, no uso, no armazenamento, na transmissão e na eliminação dos dados pessoais nos Smart Contracts.

✓ As implicações jurídicas das decisões algorítmicas nos Smart Contracts, como a possibilidade de violação de direitos fundamentais, como a privacidade, a liberdade, a igualdade e a dignidade das pessoas naturais que são titulares dos dados pessoais nos Smart Contracts.

✓ As medidas de proteção e prevenção dos riscos decorrentes das decisões algorítmicas nos Smart Contracts, como as boas práticas de governança, as políticas de

segurança da informação, os mecanismos de auditoria e controle, os testes de qualidade e conformidade e as cláusulas contratuais específicas.

- ✓ Os critérios e as condições para a nomeação do encarregado (ou DPO) nos Smart Contracts, como o perfil profissional adequado, o grau de independência e autonomia, o regime de trabalho e remuneração, as atribuições e competências e as formas de contato com os titulares dos dados pessoais e com as autoridades competentes.
- ✓ Os casos concretos ou hipotéticos de aplicação dos Smart Contracts e da transparência nas decisões algorítmicas em diferentes setores ou áreas de atuação, como o financeiro, o imobiliário, o energético, o educacional, o ambiental ou o social.

REFERENCIAL TEÓRICO NORMATIVO

- ✓ **Definição de Smart Contracts:** Explorar a definição e os princípios fundamentais dos Smart Contracts, incluindo a auto execução de obrigações.
- ✓ **Transparência nas Decisões Algorítmicas:** Discutir o conceito de transparência nas decisões algorítmicas e sua importância no contexto dos Smart Contracts.
- ✓ **Direito Contratual e Smart Contracts:** Analisar como o direito contratual se aplica aos Smart Contracts e quais são os desafios jurídicos específicos que eles apresentam.
- ✓ **Regulamentação dos Smart Contracts:** Examinar a regulamentação atual dos Smart Contracts em diferentes jurisdições e discutir as implicações para a transparência das decisões algorítmicas.
- ✓ **Ética e Smart Contracts:** Discutir as questões éticas relacionadas aos Smart Contracts, incluindo a necessidade de transparência nas decisões algorítmicas.
- ✓ **Privacidade e Segurança nos Smart Contracts:** Analisar as implicações de privacidade e segurança dos Smart Contracts e como elas afetam a transparência das decisões algorítmicas.
- ✓ **Smart Contracts e Direito dos Negócios:** Explorar a aplicação dos Smart Contracts no direito dos negócios e como eles podem melhorar a transparência nas decisões algorítmicas.
- ✓ **Casos de Uso de Smart Contracts:** Apresentar casos de uso reais de Smart Contracts e discutir como eles melhoraram (ou não) a transparência nas decisões algorítmicas.

- ✓ **Futuro dos Smart Contracts:** Discutir as tendências futuras dos Smart Contracts e o impacto potencial na transparência das decisões algorítmicas.
- ✓ **Metodologias de Pesquisa em Smart Contracts:** Analisar diferentes metodologias de pesquisa usadas para estudar Smart Contracts e a transparência nas decisões algorítmicas.

ABORDAGEM ANALÍTICA

- ✓ **Análise de Casos:** Estudar casos reais de uso de Smart Contracts e analisar como eles contribuíram para a transparência nas decisões algorítmicas. Isso pode envolver a análise de contratos específicos, as partes envolvidas, as obrigações executadas e como a transparência foi mantida.
- ✓ **Análise Jurídica:** Examinar a legislação atual relacionada aos Smart Contracts em diferentes jurisdições. Isso pode envolver a análise de leis, regulamentos, diretrizes e decisões judiciais relevantes.
- ✓ **Análise Ética:** Discutir as implicações éticas da auto execução de obrigações através de Smart Contracts. Isso pode envolver a análise de questões como consentimento informado, privacidade, equidade e responsabilidade.
- ✓ **Análise Técnica:** Compreender o funcionamento técnico dos Smart Contracts e como eles garantem a transparência nas decisões algorítmicas. Isso pode envolver a análise do código dos contratos, os protocolos blockchain utilizados e os mecanismos de segurança implementados.
- ✓ **Análise Prospectiva:** Avaliar o potencial futuro dos Smart Contracts na melhoria da transparência nas decisões algorítmicas. Isso pode envolver a análise de tendências tecnológicas emergentes, desafios futuros e oportunidades para aprimoramento.

CONCLUSÃO PROPOSITIVA

- ✓ **Adoção de Smart Contracts:** A adoção de Smart Contracts pode melhorar significativamente a transparência nas decisões algorítmicas, proporcionando maior eficiência e confiabilidade nas transações.
- ✓ **Regulamentação Necessária:** É necessário um quadro regulatório robusto para garantir que os Smart Contracts sejam usados de maneira ética e justa, protegendo os direitos dos indivíduos e das empresas.

- ✓ **Educação e Conscientização:** A educação e a conscientização sobre os Smart Contracts e suas implicações são fundamentais para sua adoção bem-sucedida e uso ético.
- ✓ **Padrões Técnicos:** A implementação de padrões técnicos pode ajudar a garantir a segurança e a eficácia dos Smart Contracts, bem como a transparência das decisões algorítmicas.
- ✓ **Transparência como Prioridade:** A transparência deve ser uma prioridade na concepção e implementação de Smart Contracts, para garantir a confiança dos usuários e o cumprimento das leis e regulamentos.
- ✓ **Pesquisa Contínua:** A pesquisa contínua é necessária para acompanhar o rápido desenvolvimento dos Smart Contracts e suas implicações para a transparência nas decisões algorítmicas.
- ✓ **Colaboração Interdisciplinar:** A colaboração entre juristas, cientistas da computação, empresários e outros profissionais é crucial para explorar plenamente o potencial dos Smart Contracts.
- ✓ **Inovação Responsável:** Os Smart Contracts representam uma inovação significativa na forma como as transações são realizadas, mas essa inovação deve ser conduzida de maneira responsável, com consideração pelas implicações éticas e legais.
- ✓ **Proteção ao Consumidor:** Os direitos dos consumidores devem ser protegidos na implementação de Smart Contracts, com mecanismos claros para a resolução de disputas e a responsabilização por danos.
- ✓ **Impacto Social Positivo:** Se usados corretamente, os Smart Contracts têm o potencial de ter um impacto social positivo, melhorando a eficiência das transações, reduzindo o custo e aumentando a acessibilidade dos serviços.

3. Relevância prática, caráter inovador e potencial de impacto

A pesquisa sobre "Smart Contracts e a auto execução de obrigações: transparência nas decisões algorítmicas" é de grande relevância prática, pois os Smart Contracts estão se tornando cada vez mais prevalentes em várias indústrias, incluindo finanças, imóveis e cadeia de suprimentos. Eles têm o potencial de automatizar processos complexos, reduzir custos e aumentar a eficiência. No entanto, para que sejam amplamente adotados, é crucial garantir a transparência nas decisões algorítmicas.

O caráter inovador desta pesquisa reside na exploração da interseção entre tecnologia e direito. Embora existam muitas pesquisas sobre Smart Contracts do ponto

de vista técnico, há uma lacuna no entendimento de suas implicações legais e éticas. Esta pesquisa busca preencher essa lacuna.

O potencial de impacto desta pesquisa é significativo. Ao melhorar a compreensão dos Smart Contracts e promover a transparência nas decisões algorítmicas, podemos contribuir para o desenvolvimento de melhores práticas e políticas regulatórias. Isso pode levar a um uso mais ético e justo dos Smart Contracts, beneficiando empresas e consumidores.

4. Familiaridade com objeto da pesquisa

Atuação com M&A há cinco anos e o campo da inteligência artificial gera grandes dúvidas a cerca da execução e trâmites dos trabalhos verificou-se a necessidade de realizar uma pesquisa acerca do tema.

Ao destacar os possíveis resultados, é fundamental reconhecer que a pesquisa e a análise da autonomia volitiva das decisões tomadas no contexto da inteligência artificial e com base em dados pessoais podem ter algumas limitações e pontos de vista distorcidos. Alguns dos possíveis vieses a serem levados em consideração são:

1. Viés de seleção de fontes A escolha das fontes de pesquisa pode ter impacto sobre a análise e a interpretação dos resultados. Para evitar o viés de confirmação, é fundamental buscar uma variedade de fontes confiáveis e abordar outros pontos de vista.
2. Viés de amostragem: Uma seleção da amostra pode ser um ponto de evidência se a pesquisa envolver estudos de caso ou análise de dados. É fundamental levar em conta se a amostra que está sendo usada é representativa e se abrange uma série de casos ou situações relevantes.
3. Viés de interpretação: A interpretação dos resultados e a análise dos dados podem ser afetadas pelo viés do intérprete devido a pressuposições ou pressões anteriores. É essencial estar ciente dessas tendências e buscar uma análise imparcial e bem fundamentada.
4. Aspectos culturais e contextuais: As normas culturais e os contextos legais podem diferir entre várias nações e regiões. É fundamental reconhecer que as discussões éticas e legais podem ser influenciadas por determinados

fatores culturais e contextuais, o que pode levar a diferenças na interpretação dos resultados.

5. Viés tecnológico: O conhecimento e a familiaridade dos pesquisadores com a tecnologia de inteligência artificial podem variar. É fundamental reconhecer e levar em conta quaisquer obstáculos tecnológicos que possam afetar a análise e as conclusões do trabalho.

É possível garantir uma pesquisa mais equilibrada e uma análise minuciosa das implicações éticas e legais das decisões algorítmicas sobre os direitos comerciais, abordando essas possíveis armadilhas e buscando uma abordagem crítica e reflexiva.

5. Bibliografia preliminar

Alharby M, Aldweesh A, van Moorsel A (2018) Blockchain-based smart contracts: A systematic mapping study of academic research (2018). In: 2018 International Conference on Cloud Computing, Big Data and Blockchain (ICCBB), IEEE, pp 1–6

Amani S, Bégel M, Bortin M, Staples M (2018) Towards verifying ethereum smart contract bytecode in isabelle/hol. In: Proceedings of the 7th ACM SIGPLAN International Conference on Certified Programs and Proofs. Association for Computing Machinery, New York, pp 66–77

Angelo MD, Salzer G (2019) A survey of tools for analyzing ethereum smart contracts. In: IEEE International Conference on Decentralized Applications and Infrastructures, DAPPCON 2019, newark, CA, USA, April 4-9, 2019, IEEE, pp 69–78

Angrish A, Craver B, Hasan M, Starly B (2018) A case study for blockchain in manufacturing: “fabrec”: A prototype for peer-to-peer network of manufacturing nodes. Procedia Manufacturing 26:1180–1192. 46th SME North American Manufacturing Research Conference, NAMRC 46, Texas, USA

Atzei N, Bartoletti M, Cimoli T (2017) A survey of attacks on ethereum smart contracts (sok). In: International Conference on Principles of Security and Trust, Springer, pp 164–186

Bader L, Bürger JC, Matzutt R, Wehrle K (2018) Smart contract-based car insurance policies. In: 2018 IEEE Globecom workshops (GC wkshps), pp 1–7

Baralla G, Pinna A, Corrias G (2019) Ensure traceability in european food supply chain by using a blockchain system. In: Proceedings of the 2nd International Workshop on Emerging Trends in Software Engineering for Blockchain, IEEE Press, pp 40–47

Bartoletti M, Pompianu L (2017) An empirical analysis of smart contracts: Platforms, applications, and design patterns. In: International Conference on Financial Cryptography and Data Security, Springer, pp 494–509

Bogner A, Chanson M, Meeuw A (2016) A decentralised sharing app running a smart contract on the ethereum blockchain. In: Proceedings of the 6th International Conference on the Internet of Things. Association for Computing Machinery, New York, pp 177–178

Bragagnolo S, Rocha H, Denker M, Ducasse S (2018) Smartinspect: Solidity smart contract inspector. In: 2018 International workshop on blockchain oriented software engineering (IWBOSE), pp 9–18

Chen T, Li Z, Zhou H, Chen J, Luo X, Li X, Zhang X (2018) Towards saving money in using smart contracts. In: Proceedings of the 40th International Conference on Software Engineering: New Ideas and Emerging Results. Association for Computing Machinery, New York, pp 81–84

Cheng S, Shi W, Zhang H (2019) Voltimebank: A volunteer system for mutual pension based on blockchain. In: Proceedings of the 2019 International Conference on Blockchain Technology. Association for Computing Machinery, New York, pp 75–79

Ciocarlie G, Eldefrawy K, Lepoint T (2018) Blockcis—a blockchain-based cyber insurance system. In: Proceedings of the 2018 IEEE International Conference on Cloud Engineering (IC2E), Orlando, FL, USA, pp 17–20

Dagher GG, Mohler J, Milojkovic M, Marella PB (2018) Ancile: Privacy-preserving framework for access control and interoperability of electronic health records using blockchain technology. Sustainable Cities and Society 39:283–297

Dasaklis TK, Casino F, Patsakis C (2019) Defining granularity levels for supply chain traceability based on iot and blockchain. In: Proceedings of the International Conference on Omni-Layer Intelligent Systems. Association for Computing Machinery, New York, pp 184–190

Dickerson T, Gazzillo P, Herlihy M, Koskinen E (2019) Adding concurrency to smart contracts. Distrib Comput 33:1–17

Ellul J, Pace GJ (2018) Alkylvm: A virtual machine for smart contract blockchain connected internet of things. In: 2018 9Th IFIP International Conference on New Technologies, Mobility and Security (NTMS), pp 1–4

Eltayieb N, Elhabob R, Hassan A, Li F (2020) A blockchain-based attribute-based signcryption scheme to secure data sharing in the cloud. J Syst Archit 102:101653

Farooq MS, Khan M, Abid A (2020) A framework to make charity collection transparent and auditable using blockchain technology, vol 83

Gao Z, Xu L, Chen L, Shah N, Lu Y, Shi W (2017) Scalable blockchain based smart contract execution. In: 2017 IEEE 23Rd international conference on parallel and distributed systems (ICPADS), pp 352–359

GDPR (2016) Regulation (eu) 2016/679 of the european parliament and of the council of 27 april 2016 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, and repealing directive 95/46. Official Journal of the European Union (OJ) 59:1–88

Guo H, Meamari E, Shen CC (2019) Multi-authority attribute-based access control with smart contract. In: Proceedings of the 2019 International Conference on Blockchain Technology. Association for Computing Machinery, New York, pp 6–11

Han S, Xu Z, Zeng Y, Chen L (2019) Fluid: A blockchain based framework for crowdsourcing. In: Proceedings of the 2019 International Conference on Management of Data. Association for Computing Machinery, New York, pp 1921–1924

Hasan H, AlHadhrami E, AlDhaheri A, Salah K, Jayaraman R (2019) Smart contract-based approach for efficient shipment management. Comput Ind Eng 136:149–159

Hu VC, Ferraiolo D, Kuhn R, Friedman AR, Lang AJ, Cogdell MM, Schnitzer A, Sandlin K, Miller R, Scarfone K et al (2013) Guide to attribute based access control (abac) definition and considerations (draft). NIST special publication 800(162):1–54

Hwang GH, Tien PC, Tang YH (2020) Blockchain-based automatic indemnification mechanism based on proof of violation for cloud storage services. In: Proceedings of the 2020 The 2nd International Conference on Blockchain Technology. Association for Computing Machinery, New York, pp 90–94

Javaid U, Aman MN, Sikdar B (2018) Blockpro: Blockchain based data provenance and integrity for secure iot environments. In: Proceedings of the 1st Workshop on Blockchain-Enabled Networked Sensor Systems. Association for Computing Machinery, New York, pp 13–18

Javaid U, Siang AK, Aman MN, Sikdar B (2018) Mitigating lot device based ddos attacks using blockchain. In: Proceedings of the 1st Workshop on Cryptocurrencies and Blockchains for Distributed Systems. Association for Computing Machinery, New York, pp 71–76

Jiang B, Liu Y, Chan WK (2018) Contractfuzzer: Fuzzing smart contracts for vulnerability detection. In: Proceedings of the 33rd ACM/IEEE International Conference on Automated Software Engineering. Association for Computing Machinery, New York, pp 259–269

Kolluri A, Nikolic I, Sergey I, Hobor A, Saxena P (2019) Exploiting the laws of order in smart contracts. In: Proceedings of the 28th ACM SIGSOFT International Symposium on Software Testing and Analysis. Association for Computing Machinery, New York, pp 363–373

Kosba A, Miller A, Shi E, Wen Z, Papamanthou C (2016) Hawk: The blockchain model of cryptography and privacy-preserving smart contracts. In: 2016 IEEE Symposium on security and privacy (SP), IEEE, pp 839–858

Liu C, Liu H, Cao Z, Chen Z, Chen B, Roscoe B (2018) Reguard: Finding reentrancy bugs in smart contracts. In: Proceedings of the 40th International Conference on Software Engineering: Companion Proceeedings. Association for Computing Machinery, New York, pp 65–68

Loukil F, Ghedira-Guegan C, Boukadi K, Benharkat AN (2018) Towards an end-to-end iot data privacy-preserving framework using blockchain technology. In: International Conference on Web Information Systems Engineering. Springer, Berlin, pp 68–78

Luu L, Chu DH, Olickel H, Saxena P, Hobor A (2016) Making smart contracts smarter. In: Proceedings of the 2016 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security. Association for Computing Machinery, New York, pp 254–269

Macrinici D, Cartofeanu C, Gao S (2018) Smart contract applications within blockchain technology: A systematic mapping study. Telematics Inform 35(8):2337–2354

Meng W, Wang J, Wang X, Liu J, Yu Z, Li J, Zhao Y, Chow SS (2018) Position paper on blockchain technology: Smart contract and applications. In: International Conference on Network and System Security, Springer, pp 474–483

Meskini F, Islamic RA (2019) Multi-agent based simulation of a smart insurance using blockchain technology. In: 2019 Third International Conference on Intelligent Computing in Data Sciences (ICDS), IEEE, pp 1–6

Mohanta BK, Panda SS, Jena D (2018) An overview of smart contract and use cases in blockchain technology. In: 9Th international conference on computing, communication and networking technologies, ICCCNT 2018, bengaluru, india, july 10-12, 2018, IEEE, pp 1–4

Murray Y, Anisi DA (2019) Survey of formal verification methods for smart contracts on blockchain. In: 10Th IFIP international conference on new technologies, mobility and security, NTMS 2019, canary islands, spain, june 24-26, 2019, IEEE, pp 1–6

Ouaddah A, Elkalam AA, Ouahman AA (2017) Harnessing the power of blockchain technology to solve iot security & privacy issues. In: Proceedings of the Second International Conference on Internet of Things, Data and Cloud Computing, ICC'17. Association for Computing Machinery, New York

Panja S, Bag S, Hao F, Roy B (2020) A smart contract system for decentralized borda count voting. IEEE Trans Eng Manag 67(4):1323–1339

Regnath E, Steinhorst S (2018) Smaconat: Smart contracts in natural language. In: 2018 Forum on specification & design languages (FDL), IEEE, pp 5–16

Saleh H, Avdoshin S, Dzhonov A (2019) Platform for tracking donations of charitable foundations based on blockchain technology. In: 2019 Actual problems of systems and software engineering (APSSE), IEEE, pp 182–187

Schrans F, Eisenbach S, Drossopoulou S (2018) Writing safe smart contracts in flint. In: Conference companion of the 2nd international conference on art, science, and engineering of programming, pp 218–219

Sergey I, Nagaraj V, Johannsen J, Kumar A, Trunov A, Hao KCG (2019) Safer smart contract programming with scilla. Proc. ACM Program. Lang 3(OOPSLA)

Shariar A, Imran MA, Paul P, Rahman A (2020) A decentralized computational system built on blockchain for educational institutions. In: Proceedings of the International Conference on Computing Advancements, ICCA. Association for Computing Machinery, New York, p 2020

Singh A, Parizi RM, Zhang Q, Choo KKR, Dehghantanha A (2020) Blockchain smart contracts formalization: Approaches and challenges to address vulnerabilities. Computers & Security 88:101654

Singla V, Malav IK, Kaur J, Kalra S (2019) Develop leave application using blockchain smart contract. In: 2019 11Th international conference on communication systems networks (COMSNETS), pp 547–549

Udokwu C, Kormiltsyn A, Thangalimodzi K, Norta A (2018) The state of the art for blockchain-enabled smart-contract applications in the organization. In: 2018 Ivannikov ispras open conference (ISPRAS), IEEE, pp 137–144

Wang H, Guo C, Cheng S (2019) Loc — a new financial loan management system based on smart contracts. Futur Gener Comput Syst 100:648–655

Wang P, Liu X, Chen J, Zhan Y, Jin Z (2018) Qos-aware service composition using blockchain-based smart contracts. In: Proceedings of the 40th International Conference on Software Engineering: Companion Proceeedings. Association for Computing Machinery, New York, pp 296–297

Wang S, Yuan Y, Wang X, Li J, Qin R, Wang F (2018) An overview of smart contract: Architecture, applications, and future trends. In: 2018 IEEE Intelligent vehicles symposium, IV 2018, changshu, suzhou, china, june 26-30, 2018, IEEE, pp 108–113

Wright K, Martinez M, Chadha U, Krishnamachari B (2018) Smartedge: A smart contract for edge computing. In: 2018 IEEE International conference on internet of things (ithings) and IEEE green computing and communications (greencom) and IEEE cyber, physical and social computing (CPSCom) and IEEE smart data (smartdata), pp 1685–1690

Xie W, Wang B, Ye Z, Wu W, You J, Zhou Q (2019) Simulation-based blockchain design to secure biopharmaceutical supply chain. In: Proceedings of the Winter Simulation Conference, IEEE Press, pp 797–808

Xu R, Lin X, Dong Q, Chen Y (2018) Constructing trustworthy and safe communities on a blockchain-enabled social credits system. In: Proceedings of the 15th EAI International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems: Computing, Networking and Services. Association for Computing Machinery, New York, pp 449–453

Yang Z, Lei H (2019) Fether: An extensible definitional interpreter for smart-contract verifications in coq. IEEE Access 7:37770–37791

Zhang F, Cecchetti E, Croman K, Juels A, Shi E (2016) Town crier: An authenticated data feed for smart contracts. In: Proceedings of the 2016 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security. Association for Computing Machinery, New York, pp 270–282

Zhang Y, Kasahara S, Shen Y, Jiang X, Wan J (2019) Smart contract-based access control for the internet of things. IEEE Internet of Things Journal 6(2):1594–1605

Zhao S, O'Mahony D (2018) Bmcprotector: A blockchain and smart contract based application for music copyright protection. In: Proceedings of the 2018 International Conference on Blockchain Technology and Application. Association for Computing Machinery, New York, pp 1–5

Zhao Y, Liu Y, Tian A, Yu Y, Du X (2019) Blockchain based privacy-preserving software updates with proof-of-delivery for internet of things. Journal of Parallel and Distributed Computing 132:141–149

Zheng Z, Xie S, Dai HN, Chen W, Chen X, Weng J, Imran M (2020) An overview on smart contracts: Challenges, advances and platforms. Futur Gener Comput Syst 105:475–491

Zhou H, de Laat C, Zhao Z (2018) Trustworthy cloud service level agreement enforcement with blockchain based smart contract. In: 2018 IEEE International Conference on Cloud Computing Technology and Science (cloudcom), pp 255–260

Zichichi M, Contu M, Ferretti S, DAngelo G (2019) Likestarter: A smart-contract based social dao for crowdfunding. In: IEEE INFOCOM 2019 - IEEE Conference on Computer Communications Workshops (INFOCOM WKSHPS), pp 313–318

6. Cronograma de execução

	2023			2024												
Atividade	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Horas
Pesquisa e Leitura da Bibliografia																200
Reunião com o Orientador																40
Entrevistas com DPOs																15
Estruturação do Sumário																15
Redação																150
Conclusão da Redação																45
Revisão Final																30
Total																495