



**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, INOVAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROPRIEDADE INTELECTUAL E  
TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA PARA INOVAÇÃO - PROFNIT**

**OSCAR CARLOS DAS NEVES LEBRE**

**DA POSSIBILIDADE DE ADERÊNCIA DA TECNOLOGIA *BLOCKCHAIN* AOS  
PROCESSOS DO TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DE RONDÔNIA**

**PORTO VELHO  
2022**



**OSCAR CARLOS DAS NEVES LEBRE**

**DA POSSIBILIDADE DE ADERÊNCIA DA TECNOLOGIA *BLOCKCHAIN* AOS  
PROCESSOS DO TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DE RONDÔNIA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação – PROFNIT, ponto focal Instituto Federal de Rondônia.

Orientador: Prof. Dr. Ewerton Rodrigues Andrade

Co-orientador: Prof. Dr. Márcio Rodrigues Miranda

**PORTO VELHO**

**2022**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO.

Lebre, Oscar Carlos das Neves.

Da possibilidade de aderência da tecnologia *blockchain* aos processos do Tribunal de Contas do Estado de Rondônia / Oscar Carlos das Neves Lebre. - Porto Velho, 2022.

124 f. : il.

Orientador(a): Prof. Dr. Ewerton Rodrigues Andrade.

Coorientador(a): Prof. Dr. Márcio Rodrigues Miranda.

Dissertação (Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação - ProfNIT) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, Porto Velho, 2022.

1. Corte de contas. 2. Controle externo. 3. Processos. 4. Blockchain. I. Andrade, Ewerton Rodrigues (orient.). II. Miranda, Márcio Rodrigues (coorient.). III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. IV. Título.

**Bibliotecário(a) Responsável:** Marlene Fouz da Silva, CRB-11/946



**OSCAR CARLOS DAS NEVES LEBRE**

**DA POSSIBILIDADE DE ADERÊNCIA DA TECNOLOGIA *BLOCKCHAIN* AOS  
PROCESSOS DO TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DE RONDÔNIA**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação – PROFNIT – ponto focal Instituto Federal de Rondônia.

Aprovado em: \_\_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Ewerton Rodrigues Andrade (Orientador PROFNIT/IFRO)

---

Prof. Dr. Eduardo Meireles (PROFNIT/UEMG)

---

Dr. Elton Parente de Oliveira (ACE/TCE-RO)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

## ATA EXAME DE DEFESA TCC

### ATA 01 DEFESA TCC OSCAR CARLOS DAS NEVES LEBRE

#### INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DA DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

#### MESTRADO PROFISSIONAL EM PROPRIEDADE INTELECTUAL E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA PARA A INOVAÇÃO - PROFNIT/IFRO

|   |   |
|---|---|
| <b>Ponto Focal:</b>                                       | IFRO – <i>Campus</i> Porto Velho Zona Norte   |
| <b>Nome do Discente:</b>                                  | Oscar Carlos das Neves Lebre  |
| <b>Nome do Orientador:</b>                                | Ewerton Rodrigues Andrade   |
| <b>Nome do Co-Orientador (se houver):</b>                 | Marcio Rodrigues Miranda  |
| <b>Título do Trabalho:</b>                                | <b>Da possibilidade de aderência da tecnologia blockchain aos processos do Tribunal de Contas do Estado de Rondônia</b>   |
| <b>Produtos bibliográficos obrigatórios:</b>              | X - Publicados 2 Artigos na Revista Cadernos de Prospecção<br>X - Matriz de SWOT (FOFA)<br>X - Modelo de Negócio CANVAS<br>X - Texto Dissertativo com formatação mínima regulamentada pelo PROFNIT nacional e pelo Ponto Focal. |
| <b>Produto tecnológico (escolher pelo menos um tipo):</b> | X - Material didático dirigido a um público específico e sobre Propriedade Intelectual  |
| <b>Observações:</b>                                       | Discente ingressante ENA 2020   |

No dia 19 de setembro de 2022, às 16:00 horas (BSB, GMT-3), reuniu-se a Banca Examinadora da Avaliação da Defesa do Trabalho de Conclusão de Curso do Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação, presencialmente e via webconferência Google Meet (<https://meet.google.com/kbv-cbza-tbv>), composta pelos membros Prof. Dr. **EWERTON RODRIGUES ANDRADE** (avaliador 1 - docente do Ponto Focal PROFNIT/IFRO), Prof. Dr. **EDUARDO MEIRELES** (avaliador 2 - docente do Ponto Focal PROFNIT/UEMG) e Prof. Dr. **ELTON PARENTE DE OLIVEIRA** (avaliador 3 - membro externo do setor profissional), que vão abaixo assinados, para avaliar o trabalho desenvolvido pelo mestrando **OSCAR CARLOS DAS NEVES LEBRE**, matriculada neste Programa de Pós-Graduação sob

o número 2020107150003, cujo trabalho apresentado foi **DA POSSIBILIDADE DE ADERÊNCIA DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN AOS PROCESSOS DO TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DE RONDÔNIA**. O professor orientador, Prof. Dr. **EWERTON RODRIGUES ANDRADE**, apresentou o mestrando e os membros da Banca Examinadora, bem como explicou a dinâmica da avaliação. Em seguida, o presidente cedeu a palavra ao mestrando para apresentar os resultados e produtos oriundos do seu trabalho de pesquisa. Concluída a apresentação, a Banca Examinadora procedeu a avaliação, sendo assegurado ao mesmo o direito de resposta e de esclarecimentos. Continuando o processo, a Banca Examinadora reuniu-se em particular para emitir o parecer, conforme quadro abaixo:

|   | <b>AVALIADOR 1</b>                          | <b>AVALIADOR 2</b>                          | <b>AVALIADO 3</b>                           |
|---|---|---|---|
| <b>PARECER CONCLUSIVO</b>   | <b>(X) APROVADO</b><br><b>( ) REPROVADO</b> | <b>(X) APROVADO</b><br><b>( ) REPROVADO</b> | <b>(X) APROVADO</b><br><b>( ) REPROVADO</b> |
| <b>Parecer com base nos Critérios elencados quanto ao Trabalho de Conclusão de Curso:</b> |   |   |   |
| <i>Aderência</i>  | <b>(X) Atendido</b>                         | <b>( ) Atendido Parcialmente</b>            | <b>( ) Não atendido</b>                     |
| <i>Impactos</i>   | <b>(X) Atendido</b>                         | <b>( ) Atendido Parcialmente</b>            | <b>( ) Não atendido</b>                     |
| <i>Aplicabilidade</i>   | <b>(X) Atendido</b>                         | <b>( ) Atendido Parcialmente</b>            | <b>( ) Não atendido</b>                     |
| <i>Inovação</i>   | <b>(X) Atendido</b>                         | <b>( ) Atendido Parcialmente</b>            | <b>( ) Não atendido</b>                     |
| <i>Complexidade</i>   | <b>(X) Atendido</b>                         | <b>( ) Atendido Parcialmente</b>            | <b>( ) Não atendido</b>                     |
| <b>Parecer com base nos Critérios relativos à Apresentação:</b>                           |   |   |   |
| <i>Clareza</i>  | <b>(X) Atendido</b>                         | <b>( ) Atendido Parcialmente</b>            | <b>( ) Não atendido</b>                     |
| <i>Coerência</i>  | <b>(X) Atendido</b>                         | <b>( ) Atendido Parcialmente</b>            | <b>( ) Não atendido</b>                     |
| <i>Domínio do assunto</i>   | <b>(X) Atendido</b>                         | <b>( ) Atendido Parcialmente</b>            | <b>( ) Não atendido</b>                     |

E, sequencialmente, informou ao mestrando que seu Trabalho de Conclusão de Curso foi considerado:

**(X) Aprovado**      **( ) Reprovado**

Nada mais havendo a tratar, o presidente da Banca Examinadora lavrou esta Ata de Defesa do Trabalho de Conclusão de Curso que, após assinada pelos seus membros e pelo mestrando, será encaminhada à Secretaria do PROFNIT-IFRO para os devidos registros e arquivamento.

Porto Velho, 19 de setembro de 2022.

**Membro Interno:** Prof. Dr. Ewerton Rodrigues Andrade, PROFNIT/IFRO, presidente da Banca Examinadora.

**Membro Interno:** Prof. Dr. Eduardo Meireles, PROFNIT/UEMG.

**Membro Externo:** Dr. Elton Parente de Oliveira, TCE/RO, membro do setor profissional.

**Mestrando:** Oscar Carlos das Neves Lebre



Documento assinado eletronicamente por **Elton Parente de Oliveira, Usuário Externo**, em 19/09/2022, às 17:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Eduardo Meireles, Usuário Externo**, em 19/09/2022, às 17:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ewerton Rodrigues Andrade, Usuário Externo**, em 19/09/2022, às 17:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **OSCAR CARLOS DAS NEVES LEBRE, Usuário Externo**, em 19/09/2022, às 17:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ifro.edu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ifro.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **1706314** e o código CRC **492D46D8**.



## AGRADECIMENTOS

*Nossos sinceros agradecimentos a todos aqueles que, direta ou indiretamente, nos ajudaram na elaboração deste trabalho de conclusão de Mestrado Profissional, em especial:*

*Ao Grande Arquiteto do Universo pela dádiva da vida e por nos conceder a força necessária para realizar nossos sonhos e objetivos;*

*À minha família pelo apoio e incentivo constantes tão necessários para que pudéssemos continuar firmes nessa empreitada;*

*Aos amigos e colegas de mestrado pela revisão e sugestões de melhorias dos manuscritos, que foram de extrema importância;*

*A todas as pessoas que torceram e nos incentivaram ao longo do caminho;*

*Aos Professores Doutores Ewerton Rodrigues Andrade e Márcio Rodrigues Miranda, Orientador e Co-Orientador, respectivamente, por terem dedicado parte de seu precioso tempo para me orientar na realização das pesquisas, cujos resultados estão aqui materializados.*



## RESUMO

Nos últimos tempos, a tecnologia *blockchain* tem sido apontada como uma das maiores transformações econômicas, sociais e técnicas com grande impacto em diversas áreas. Assim sendo, este trabalho tem por objetivo verificar a possibilidade de aderência da tecnologia *blockchain* aos processos do Tribunal de Contas do Estado de Rondônia – TCE-RO. Na primeira fase da pesquisa buscou-se verificar a existência dessa tecnologia no âmbito das 33 unidades de controle externo do Brasil (*benchmarking*). As informações foram obtidas inicialmente através de consultas nos sites das Cortes de Contas utilizando-se o termo “*blockchain*” e, posteriormente, completando-a por meio de abertura de demandas junto às respectivas ouvidorias. Nessa fase, constatou-se que apenas o Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro (TCE-RJ) informou que desenvolveu e implementou um sistema para uso interno com a tecnologia *blockchain*. Na segunda fase, procedeu-se a aplicação dos principais *frameworks* disponíveis na literatura com vista a identificar a percepção dos servidores que participaram de um *workshop* realizado naquela Corte de Contas Estadual quanto à aderência dessa tecnologia aos processos que tramitam no âmbito do TCE-RO, tendo sido apurado que (I) a tecnologia *blockchain* não seria indicada para o grupo de processos de Atos de Pessoal, (II) os processos de Gestão fiscal obteve forte indicação de que poderia se beneficiar do uso daquela tecnologia, (III) a *blockchain* indicada foi na forma privada e permissionada e, por fim, (IV) nenhum dos respondentes apontaram a existência de cenário que indicasse a utilização de uma *blockchain* pública.

Palavras-chave: Corte de Contas; Controle Externo; Processos; *Blockchain*.



## ABSTRACT

In recent times, *blockchain* technology has been identified as one of the biggest economic, social and technical transformations with great impact in several areas. Therefore, this work aims to verify the possibility of adherence of *blockchain* technology to the processes of the Court of Accounts of the State of Rondônia - TCE-RO. In the first phase of the research, we sought to verify the existence of this technology within the scope of the 33 external control units in Brazil (*benchmarking*). The information was initially obtained through consultations on the websites of the Courts of Accounts using the term “*blockchain*” and, later, completing it by opening demands with the respective ombudsman. At this stage, it was found that only the Court of Accounts of the State of Rio de Janeiro (TCE-RJ) reported that it had developed and implemented a system for internal use with *blockchain* technology. In the second phase, the application of the mains frameworks available in the literature was carried out in order to identify the perception of the servers that participated in a *workshop* held at that State Court of Accounts regarding the adherence of this technology to the processes that are processed within the scope of the TCE-RO, it was found that (I) *blockchain* technology would not be suitable for the Personnel Acts process group, (II) the Tax Management processes had a strong indication that it could benefit from the use of that technology, (III) the indicated *blockchain* it was in the private and permissioned form and, finally, (IV) none of the respondents pointed to the existence of a scenario that indicated the use of a public *blockchain*.

Keywords: Court of Accounts; External Control; Proces; *Blockchain*.



## LISTAS DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| FIGURA 1 – Famílias de patentes por ano de depósito.....                                      | 24 |
| FIGURA 2 – Principais domínios tecnológicos.....  | 25 |
| FIGURA 3 – Distribuição dos depósitos de patentes nas principais subclasses da CIP.....       | 25 |
| FIGURA 4 – Conceitos mais utilizados referentes às patentes selecionadas.....                 | 26 |
| FIGURA 5 – Encadeamento de blocos na <i>blockchain</i> .....                                  | 29 |
| FIGURA 6 – <i>Framework</i> relacionado a tecnologia <i>blockchain</i> /DLT (TCU, 2019).....  | 32 |
| FIGURA 7 – <i>Framework</i> relacionado a tecnologia <i>blockchain</i> /DLT (PECK, 2017)..... | 32 |
| FIGURA 8 – Relação dos objetivos específicos, etapas metodológicas e produtos.....            | 39 |



## LISTAS DE QUADROS

|   |    |
|---|----|
| QUADRO 1 – Potenciais benefícios da tecnologia <i>blockchain</i> em relação aos procedimentos e técnicas da auditoria contábil..... | 21 |
| QUADRO 2 – Potenciais benefícios da tecnologia <i>blockchain</i> em relação aos princípios de governança no setor público.....      | 22 |
| QUADRO 3 – Tipos de <i>blockchain</i> .....   | 28 |
| QUADRO 4 – Aplicações da tecnologia <i>blockchain</i> no setor público do Brasil.....   | 33 |
| QUADRO 5 - Relação dos sites dos Tribunais de Contas do Brasil.....   | 36 |
| QUADRO 6 – Resumo dos resultados das pesquisas realizadas junto aos TC's do Brasil.   | 40 |
| QUADRO 7 – Atividade 1 referente a aplicação de <i>framework</i> do TCU (2019).....   | 49 |
| QUADRO 8 – Atividade 2 referente a aplicação de <i>framework</i> de PECK (2017).....  | 49 |
| QUADRO 9 – Resultados consolidados das atividades 1 e 2.....  | 49 |



## RELAÇÃO DE SIGLAS

- art.:** artigo.
- c/c:** combinado com.
- CPqD:** Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações.
- CE:** Constituição Estadual.
- CF:** Constituição Federal.
- DLT:** *Distributed Ledger Technology.*
- ENCCLA:** Estratégia Nacional de Combate à Corrupção e à Lavagem de Dinheiro.
- IN:** Instrução Normativa.
- LCE:** Lei Complementar Estadual.
- LCF:** Lei Complementar Federal.
- LRF:** Lei de Responsabilidade Fiscal (LCF 101/00).
- RFB:** Receita Federal do Brasil.
- SIGAP:** Sistema Integrado de Gestão e Auditoria Pública.
- TC's:** Tribunais de Contas.
- TCE-RO:** Tribunal de Contas do Estado de Rondônia.
- TCU:** Tribunal de Contas da União.
- TI:** Tecnologia da Informação.



## SUMÁRIO

|  |     |
|--|-----|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....  | 12  |
| <b>2 JUSTIFICATIVA</b> .....   | 14  |
| <b>3 PROBLEMA DA PESQUISA</b> .....  | 16  |
| <b>4 OBJETIVOS</b> .....   | 18  |
| 4.1 GERAL.....   | 18  |
| 4.2 ESPECÍFICOS.....   | 18  |
| <b>5 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....   | 19  |
| 5.1 <i>BLOCKCHAIN</i> .....  | 19  |
| 5.2 PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA EM BASES DE PATENTES SOBRE CERTIFICAÇÃO DIGITAL E <i>BLOCKCHAIN</i> .....         | 23  |
| 5.3 FUNCIONAMENTO DA <i>BLOCKCHAIN</i> .....   | 27  |
| 5.4 <i>FRAMEWORKS</i> PARA VERIFICAÇÃO DE ADERÊNCIA À TECNOLOGIA <i>BLOCKCHAIN</i> .....                     | 31  |
| 5.5 TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DE RONDÔNIA.....  | 34  |
| <b>6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....   | 36  |
| 6.1 MATRIZ DE VALIDAÇÃO.....   | 38  |
| <b>7 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....  | 40  |
| 7.1 A TECNOLOGIA <i>BLOCKCHAIN</i> NOS TRIBUNAIS DE CONTAS DOS BRASIL.....                                   | 40  |
| 7.2 PROCESSOS ANALISADOS PELO TCE-RO.....  | 45  |
| 7.3 PERCEPÇÃO DOS SERVIDORES QUANTO A ADERÊNCIA DA TECNOLOGIA <i>BLOCKCHAIN</i> AOS PROCESSOS DO TCE-RO..... | 48  |
| <b>8 PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO NO TCE-RO</b> .....   | 52  |
| <b>9 ENTREGÁVEL DE ACORDO COM OS PRODUTOS DO TCC</b> .....   | 59  |
| <b>10 CONCLUSÃO</b> .....  | 60  |
| <b>11 PERSPECTIVAS FUTURAS</b> .....   | 62  |
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....   | 63  |
| <b>APÊNDICE A – Matriz SWOT</b> .....  | 68  |
| <b>APÊNDICE B – Modelo de negócio CANVAS</b> .....   | 70  |
| <b>APÊNDICE C – Artigos submetidos ou publicados</b> .....   | 72  |
| <b>APÊNDICE D – Produto técnico-tecnológico</b> .....  | 90  |
| <b>APÊNDICE E – Glossário de conceitos</b> .....   | 111 |
| <b>APÊNDICE F – Resultados consolidados do <i>framework</i> do TCU (2019)</b> .....                          | 114 |
| <b>APÊNDICE G – Resultados consolidados do <i>framework</i> de PECK (2017)</b> .....                         | 116 |
| <b>ANEXO A – Comprovante de submissão/publicação de artigos</b> .....  | 117 |
| <b>ANEXO B – Comprovante do <i>workshop</i> sobre <i>blockchain</i></b> .....                                | 118 |
| <b>ANEXO C – Formulários aplicados durante <i>workshop</i> sobre <i>blockchain</i></b> .....                 | 119 |

## 1 INTRODUÇÃO

Em 2008, o mundo passou por uma grave crise financeira oriunda de eventos no mercado bancário americano, proveniente da falta de liquidez dos valores de imóveis, os quais eram utilizados como garantias de empréstimos, denominados de *subprime* (crédito de segunda linha), resultando em uma onda de calotes e na falência do maior banco de investimento norte-americano, o Lehman Brothers (TREVISAN, 2018).

A credibilidade no mercado financeiro e bancário ficou seriamente comprometida, tendo como consequências as recessões econômicas, o aumento do desemprego e a decretação de falência de inúmeras empresas em todo o mundo (OREIRO, 2011).

Naquele cenário de grande instabilidade econômica e de incredibilidade nos mecanismos e gestores do mercado de capitais, foi publicado, no final de 2008, um artigo intitulado *Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system* (*Bitcoin: um sistema de dinheiro eletrônico ponto a ponto*, tradução livre), correspondente a uma tecnologia de registro de informação que se vale de uma rede descentralizada para gerar consenso entre seus participantes acerca das informações armazenadas e das que se pretende armazenar, o que reduz significativamente a burocracia e o custo das transações (GOMES; UCHOA; SANTOS, 2018; LESSAK; DIAS; FREY, 2018; BRITO; JÚNIOR; TELES, 2020).

Para viabilizar esse novo conceito de dinheiro eletrônico, Satoshi Nakamoto (pseudônimo adotado pelo autor) utilizou a tecnologia *blockchain*, que funciona como uma espécie de livro-razão público e distribuído, de forma que esse registro seja confiável e imutável.

Inicialmente, essa tecnologia foi utilizada para servir como um sistema monetário virtual, sem uma autoridade central para controlar e confirmar as transações que nela fossem realizadas (NAKAMOTO, 2008), contudo, ela tem sido utilizada em diversos tipos de negócios nos quais sejam necessários registrar, confirmar e transferir qualquer tipo de contrato ou propriedade (FERREIRA; PINTO; DOS SANTOS, 2017).

Desde 2008, a tecnologia *blockchain* tem despertado interesse da indústria global, não apenas no setor financeiro, mas também em outras áreas, tais como:

informática, inteligência artificial, fabricante de semicondutores, telecomunicações, *e-commerce* e segurança de identidades pessoais (LESSAK; DIAS; FREY, 2018).

Vale destacar que em pesquisas prospectivas foi possível verificar que a tecnologia *blockchain*, apesar de ter sido apresentada e desenvolvida a partir de 2008, não se encontra mais em estágio embrionário, mas em fase de desenvolvimento e difusão em diversas outras áreas empresariais e governamentais (SIMÕES *et al.*, 2021), além da financeira e tramitação de dados, em virtude do significativo número de depósitos de patentes (LESSAK; DIAS; FREY, 2018; BRITO; JÚNIOR; TELES, 2020) e de produção científica (GOMES; UCHOA; SANTOS, 2018).

## 2 JUSTIFICATIVA

Os órgãos de controle externo no Brasil são representados pelos 33 (trinta e três) Tribunais de Contas (27 Estaduais, 2 Municipais, 3 Tribunais Estaduais dos Municípios e o TCU), os quais recebem, periodicamente e de forma permanente, diversos tipos de documentos, sendo que alguns deles, por determinação legal, devem ser autuados e submetidos à análise técnica para julgamento ou apreciação pelos membros das respectivas Cortes de Contas (MOUTINHO, 2020).

Muitos desses documentos exigem a participação de servidores públicos para conferi-los e validá-los e, posteriormente, serem encaminhados à análise técnica. Por se tratar de um processo manual e realizado por seres humanos, despende-se muito tempo com conferências e validações, existindo também o risco de falhas no recebimento. A isso, soma-se o fato de que os servidores devem possuir conhecimentos específicos da área administrativa para uma avaliação prévia, buscando verificar se o documento preenche os requisitos técnico-legais para o seu correto recebimento e direcionamento interno.

Dessa forma, é possível conjecturar que existe um grande risco de desperdício de recursos com servidores para a realização desse tipo de atividade rotineira, bem como com a atualização de assinatura digital dos gestores e demais servidores que são obrigados legalmente a enviarem periodicamente documentos e informações aos Tribunais de Contas, além do trabalho gerado pela confirmação e/ou complementação de informações que não tenham sido encaminhadas ou que tenham sido recebidas de forma incompleta, essa situação inclusive consta no plano estratégico 2016-2020 do TCE-RO como uma fraqueza (Elevada burocracia e padronização inconstante dos procedimentos e Reduzido número de servidores) (TCE-RO, 2016).

A esse fato, soma-se a desconfiança quanto à autenticidade e à veracidade dos documentos e das informações enviadas e quanto aos servidores que os enviou, além da demora em disponibilizar os processos para análises técnicas e para divulgação à sociedade. Como consequência, há a possibilidade de ocorrerem atrasos nos julgamentos e apreciações dos processos. No plano estratégico 2016-2020 do TCE-RO foi apontada como ameaça externa a deficiência na transparência dos atos dos jurisdicionadas, o que causa maiores controles da instituição para conferência e

validação de informações e documentos enviados (TCE-RO, 2016).

Assim, considerando as características da tecnologia e o cenário descrito anteriormente, a tecnologia *blockchain* surge como uma possibilidade de atuação mais célere dos Tribunais de Contas, fortalecendo a cultura de controle da Administração Pública e de confiança nas ações desenvolvidas pelos órgãos de controle externo, haja vista as suas características disruptivas de distribuição, integridade, auditabilidade, rastreabilidade e transparência dos dados apresentados pelos jurisdicionados às Cortes de Contas e à sociedade, além dos ganhos de escala, por meio da confecção de um sistema automático de recebimento e validação de informações, por meio da execução de regras de consenso estabelecidas e programadas nos *smart contracts* (contratos inteligentes), com a ampliação das camadas de funções que rodam em paralelo a outras aplicações, reduzindo, assim, os custos de desenvolvimento e manutenção.

### 3 PROBLEMA DA PESQUISA

Nesse contexto, acredita-se que haja a necessidade de verificação quanto à possibilidade de aplicação da tecnologia *blockchain* aos processos que são autuados e tramitados no TCE-RO, otimizando o uso de recurso público e incrementando a transparência e confiabilidade nas informações encaminhadas para análise.

Não obstante, a cada dia cresce a preocupação da sociedade com a segurança no ambiente digital, especialmente quanto à comprovação e veracidade de realização de alguma atividade na *internet*, já que a validação da existência, posse e autenticidade dos documentos e transações formalmente certificadas são fundamentais em qualquer contexto legal.

Também vale destacar que a utilização da tecnologia *blockchain* possibilita o atendimento a Lei de Acesso à Informação (Lei Federal nº 12.527/11), devido à garantia de autenticidade, confidencialidade e integridade das informações que são disponibilizadas pelos participantes da rede.

Outro impacto importante está relacionado ao compartilhamento dos dados entre as diferentes entidades e os órgãos que integram a Administração Pública, nos respectivos níveis de governo (municipal, estadual ou federal), o que facilita a conferência, a validação e a consolidação das informações adicionadas à tecnologia *blockchain*.

Ressalta-se, ainda, que a aplicabilidade da tecnologia em comento faz com que diferentes *stakeholders* (partes interessadas) encaminhem informações e documentos sem a necessidade de uma autoridade central para conferência e validação delas, uma vez que sendo devidamente implementada, o controle passa a ser realizado por todos os usuários da rede de forma descentralizada, por meio da execução automática dos *smart contracts* (contratos inteligentes), mediante a definição prévia das regras que serão obedecidas por todos os participantes (ARAÚJO; SANTOS, 2019; CONCEIÇÃO; ROCHA; DE PAULA, 2019).

Vale ressaltar que o *smart contract* (contrato inteligente) é um protocolo de computador autoexecutável criado com a popularização das criptomoedas e seu objetivo visa a facilitar e a reforçar a negociação ou o desempenho de um contrato, proporcionando confiabilidade em transações *on-line*. A automação inteligente de contratos reduz custos e riscos de erros, mitiga riscos de fraude e, potencialmente,

otimiza muitos processos de negócios. As informações inseridas no acordo realizam ações que são executadas automaticamente a partir das condições estabelecidas previamente e sem o risco de fraudes e alterações. Isso só é possível porque o *smart contract* (contrato inteligente) é imutável e inviolável. O fundamento dos contratos inteligentes foi proposto pela primeira vez por Nick Szabo – jurista e criptografista – em 1994 (ARAÚJO; SANTOS, 2019; CONCEIÇÃO; ROCHA; DE PAULA, 2019), sendo que essa tecnologia passou a ser explorada de forma patentária a partir de 2015, apresentando-se mais como uma inovação no modelo de gestão de negócios das empresas do que somente uma tecnologia computacional (ARAÚJO; SANTOS, 2019).

Quanto ao critério de inovação, a aplicabilidade da tecnologia *blockchain* contribui para a melhoria do serviço público, pois essa solução tecnológica tem o potencial de digitalizar e de autenticar os documentos, removendo intermediários (empresas fornecedoras de certificação digital e servidores públicos) e reduzindo o tempo necessário para o registro e acesso às informações encaminhadas pelos entes jurisdicionados aos Tribunais de Contas, tornando o processo de análise mais célere e econômico. Ressalta-se ainda que, devido à característica de replicação natural das informações e dados nos computadores dos participantes da rede *blockchain*, não se faz necessário uma estrutura de *backup* robusta, podendo, assim, ser utilizada por outras bases de dados e programas existentes nos órgãos/entidades públicos.

Por fim, cabe alertar quanto à complexidade da tecnologia supracitada que exige uma maior precaução por parte da organização governamental no sentido de ampliar o conhecimento sobre a *blockchain* antes de iniciar um projeto de implantação, além de saber dos riscos que o uso da mesma pode acarretar e os custos de tempo e financeiros envolvidos.

## 4 OBJETIVOS

### 4.1 GERAL

Identificar a possibilidade de aderência da tecnologia *blockchain* aos processos do Tribunal de Contas do Estado de Rondônia.

### 4.2 ESPECÍFICOS

- a. Identificar possíveis modelos e estudos de implantação da tecnologia *blockchain* (*benchmarking*) nos demais Tribunais de Contas do Brasil;
- b. Identificar quais são os tipos de processos autuados e tramitados no TCE-RO que poderiam se utilizar da tecnologia *blockchain*, tendo por base as normas legais que determinam o envio de documentos para análise naquela Corte de Contas Estadual;
- c. Aplicar os *frameworks* do TCU (2019) e de PECK (2017).

## 5 REFERENCIAL TEÓRICO

### 5.1 BLOCKCHAIN

A tecnologia *blockchain* corresponde a uma base de dados em constante atualização e que contém o registro de todas as transações realizadas de forma descentralizada após a sua validação pelos integrantes da rede. Em termos contábeis, corresponde a um livro-razão. Todas as informações da *blockchain* são públicas, criptografadas e preservadas em milhões de computadores pessoais e em *data warehouses* (depósitos de dados).

Segundo Iansiti e Lakhani (2017 *apud* LESSAK; DIAS; FREY, 2018), o *bitcoin* foi a primeira aplicação popularizada da tecnologia *blockchain*, a qual refere-se a um sistema monetário virtual sem uma autoridade central para emitir moeda, realizar transferência de propriedade e confirmar transações.

É importante destacar que a tecnologia *blockchain* na forma proposta por Satoshi Nakamoto só possibilita transações monetárias. Contudo, em 2013, Vitalik Buterin propôs uma plataforma para o desenvolvimento de aplicações descentralizadas chamada *Ethereum*, que se utilizava de *smart contracts* (contratos inteligentes), possibilitando assim executar, de forma autônoma e confiável, um código (ou programa) acordado previamente por duas ou mais partes (TCU, 2019).

Os contratos inteligentes contêm as regras de validação das informações e identificam as responsabilidades de cada participante sobre os campos de dados. Assim, há um pacto de gestão que é materializado por regras imutáveis gravadas na própria rede *blockchain*.

Um dos pontos favoráveis à tecnologia *blockchain* reside na eliminação de uma “autoridade central” para governar e verificar a veracidade das interações e transações entre todos os participantes. Para tanto, seus participantes (*nodes*), compartilham uma espécie de “livro de registros públicos” (*public ledger*) que possibilita o registro em cadeias de blocos de informações (*block* = bloco; *chain* = corrente), por meio de transações criptografadas, preservando assim a identidade das chaves de acesso dos usuários e garantindo a segurança da operação, pois os registros são imutáveis devidos os blocos estarem ligados ao anterior e ao posterior, em forma de corrente, que para sua alteração seria necessária uma enorme

capacidade computacional superior a toda rede.

Diversos conceitos reunidos, tais como criptografia, redes *peer-to-peer* (P2P), funções e ponteiros *hash*, imutabilidade, etc., faz com que a *blockchain* seja considerada uma tecnologia inovadora, devido a sua capacidade de realização de operações sem a gestão ou autorização de terceiros, o que se traduz em aplicações descentralizadas em diversos setores da economia, especialmente os relacionados aos serviços públicos (GREVE *et al.*, 2018; TCU, 2019).

Ainda reforçando esse conceito de *blockchain* traz-se à baila os apontamentos de Robichez *et al.* (2019, p. 4):

A tecnologia *Blockchain* pode ser compreendida como uma estrutura de dados para armazenar registros transacionais de forma cronológica, digital e distribuída, a partir do consenso dos participantes de uma rede. Em outras palavras, todos os dados são gravados digitalmente, formando um histórico comum, cuja cópia fica armazenada, *a priori*, com todos os participantes da rede. A tecnologia *blockchain* pode ser definida, portanto, como uma rede descentralizada de registros, que são validados pelos próprios integrantes da rede. Dessa forma, as chances de qualquer atividade fraudulenta são ínfimas, uma vez que as atualizações são validadas por todos, sem a necessidade de uma entidade central para intermediar o processo. Na essência, a tecnologia *Blockchain* distribui o poder entre estes participantes da rede, possibilitando a cooperação em larga escala entre indivíduos ou empresas, sem requerer um laço de confiança entre eles.

(...)

Portanto, em resumo, afirma-se que as quatro principais características desta promissora tecnologia são: (i) a imutabilidade dos registros feitos nesta rede, (ii) a ausência de uma autoridade central certificadora dos mesmos, (iii) a dispensa da confiança entre sujeitos para a realização de transações, e (iv) a transparência dos registros efetuados na rede. É certo que tais características permitem um enorme potencial de transformação da coordenação das relações sociais hoje estabelecidas.

Ressalta-se que o uso da tecnologia *blockchain* aumenta a confiabilidade de informações e processos em situações que envolvem muitos *stakeholders* (partes interessadas), a exemplo das prestações de contas da Administração Pública que necessitam ser apresentadas de forma individualizada e consolidada com todas as entidades existentes no respectivo ente federado (municipal, estadual e federal). Nesse sentido, são bem elucidativos os esclarecimentos apresentados por Robichez *et al.* (2019, p. 10-11):

Além dos ganhos de eficiência na aplicação da tecnologia de *blockchain* em registros públicos ou no compartilhamento de dados, conferir transparência aos dados é essencial em diversas situações em que há um ente público envolvido. Inclusive, na administração direta e indireta, a transparência é uma exigência legal, conforme preceitua a Lei de Acesso à Informação (LAI – Lei nº 12.527/2011).

(...)

Buscando maior eficiência por meio da Transformação Digital, a Petrobrás está desenvolvendo, em parceria com a PUC-Rio, um sistema de assinatura eletrônica, via aplicativo, chamado de AssinadorBr. A solução conta com segurança respaldada em pares de chaves criptográficas, em rede pública de *Blockchain*, para conferir transparência às assinaturas de relatórios internos que são passíveis de auditorias externas.

A tecnologia possui o potencial de assegurar o efetivo cumprimento da Lei de Acesso à Informação, por exemplo, no que se refere à gestão de transporte público, como está sendo desenvolvido pela Prefeitura de Teresina. Por último, não poderíamos deixar de citar a transparência necessária nos processos de prestação de contas para órgãos de controle, como exercido pelo Tribunal de Contas da União (TCU).

Complementarmente, com a utilização da tecnologia *blockchain*, pode-se reduzir a corrupção e aumentar a transparência e a confiabilidade das operações e das transações realizadas pelos entes governamentais, posto que todas as informações enviadas e validadas são de conhecimento de todos os integrantes da rede, bem como da sociedade, possibilitando, assim, um maior controle social sobre os recursos arrecadados e aplicados (ENCCLA, 2020).

Apesar de ser uma tecnologia promissora, de acordo com Simões *et al.* (2021), os profissionais contábeis possuem um baixo nível de conhecimento sobre a tecnologia *blockchain*, dificultando a percepção das aplicações dentro da contabilidade. Porém, o autor afirma que aquela tecnologia oferece novas viabilidades para os auditores, quais sejam: transparência e acesso à informação e maior confiança, segurança, capacidade preditiva, eficiência e qualidade dos dados. Essas características podem ser instrumentos para uma auditoria mais eficaz e eficiente, e esses aspectos podem ser melhor abordados se as transações referentes à empresa/organização auditada estiverem visíveis na rede *blockchain*.

Acerca dessas constatações, o Quadro 1, elaborado por Simões *et al.* (2021, p. 49), dispõe sobre os potenciais benefícios da tecnologia *blockchain* em relação aos procedimentos e técnicas de auditoria contábil:

QUADRO 1 – Potenciais benefícios da tecnologia *blockchain* em relação aos procedimentos e técnicas da auditoria contábil.

| <b>Benefício</b>                    | <b>Procedimentos e técnicas</b>  | <b>Explicação</b>   |
|-------------------------------------|--|---|
| Acesso à Informação e Transparência | Indagações do Auditor; Observação e inspeção; Testes de transações e saldos; Circularização; Inspeção de documentos. | A tecnologia facilitaria e agilizaria a disponibilização da informação, onde o auditor pode observar todos os atos registrados pela tecnologia, o que possibilitaria uma rapidez no entendimento da entidade e o ambiente em que ela está inserida. |

|                                |  |  |
|--------------------------------|--|--|
| Confiança e Controle           | Testes de Controle;<br>Procedimentos analíticos.   | A <i>blockchain</i> aumentaria a confiança e o controle dos dados contábeis, fornecendo um ambiente onde o auditor teria acesso à informação fidedigna, possibilitando uma análise mais tempestiva dos controles internos estabelecidos pela empresa.  |
| Capacidade Preditiva dos Dados | Indagações do Auditor;<br>Procedimentos analíticos substantivos.                               | O histórico de transações aumenta a capacidade preditiva dos dados, que pode ser utilizado para que o auditor obtenha entendimento sobre operações, riscos de negócio, deficiências ou riscos de controle, bem como identificar operações ou saldos anormais e evolução de determinadas contas.  |
| Eficiência                     | Planejamento da auditoria.   | Poderia eliminar muitas das atividades manuais de extração de dados e preparação para auditoria, que exigem muito trabalho e consomem tempo. Acelerar as atividades de preparação da auditoria aumentaria a eficiência e eficácia dos relatórios.  |
| Qualidade dos dados            | Testes de Controle;<br>Procedimentos analíticos;<br>Circularização;<br>Inspeção de documentos. | A inserção dos registros na <i>blockchain</i> gera uma maior qualidade nos dados e isso atrelado à confiança e o controle dos dados contábeis produz um ambiente onde o auditor teria acesso a todo o histórico da informação, possibilitando uma análise mais segura e com maior qualidade, pois teria acesso a evidências inalteráveis de auditoria. |

Fonte: Simões *et al.* (2021).

Já para Alcântara *et al.* (2019, p. 17-18), a tecnologia *blockchain* apresenta outros benefícios em relação aos princípios de governança no setor público, conforme sintetizados no Quadro 2:

QUADRO 2 – Potenciais benefícios da tecnologia *blockchain* em relação aos princípios de governança no setor público.

| <b>Benefício</b>                    | <b>Princípio</b>  | <b>Explicação</b>  |
|-------------------------------------|---|--|
| Acesso à Informação e Transparência | <i>Accountability</i><br>Equidade<br>Transparência  | A sociedade pode acompanhar todos os atos registrados pela tecnologia, o que acarretaria em uma prestação de contas <i>on-line</i> . A tecnologia facilitaria e agilizaria a disponibilização da informação pública em diversos locais, permitindo que todos tenham acesso à informação. |
| Capacidade Preditiva dos Dados      | Eficiência<br>Legitimidade<br>Probidade<br>Responsabilidade   | O histórico de transações aumenta a capacidade preditiva dos dados, que pode ser utilizado para dar mais eficiência aos recursos públicos e permitir um maior controle da gestão pública.  |
| Confiança e Controle                | <i>Accountability</i><br>Equidade<br>Legitimidade<br>Probidade<br>Responsabilidade<br>Transparência | A tecnologia aumentaria a confiança e o controle dos dados públicos, melhorando a dinâmica de acesso e gestão, fornecendo informações fidedignas que serão utilizadas na prestação de contas, no acesso à informação e na gestão pública.  |

|                                     |   |   |
|-------------------------------------|---|---|
| Controle Contra Fraudes e Corrupção | <i>Accountability</i><br>Probidade<br>Responsabilidade<br>Transparência   | A sociedade pode acompanhar todos os atos registrados pela tecnologia, porém, no momento em que forem registrados não podem ser modificados, gerando um histórico e trilhas de auditoria. Essa característica da tecnologia possibilita o controle da gestão do agente público, facilitando a fiscalização, o controle e inibindo a fraude e a corrupção. |
| Eficiência                          | Eficiência  | A Tecnologia possibilitaria uma redução de custos devido à necessidade de menos insumos e redução de erros humanos.   |
| Governança                          | <i>Accountability</i><br>Eficiência<br>Equidade<br>Legitimidade<br>Probidade<br>Responsabilidade<br>Transparência | Para uma melhor utilidade da tecnologia seria necessária uma gestão das informações, estabelecendo procedimentos claramente definidos que gerariam uma maior governança.  |
| Qualidade dos Dados                 | <i>Accountability</i><br>Eficiência<br>Equidade<br>Legitimidade<br>Probidade<br>Responsabilidade<br>Transparência | Disponibilidade imediata, facilidade de transação e confiança dos dados implicam em uma maior qualidade dos dados.  |
| Segurança da Informação             | Eficiência<br>Equidade<br>Probidade<br>Responsabilidade<br>Transparência  | Redução da possibilidade de manipulação de dados por <i>hackers</i> , pois os dados são praticamente imutáveis e armazenados em distintos locais, gerando uma maior segurança da informação pública e privada.  |

Fonte: Alcântara *et al.* (2019).

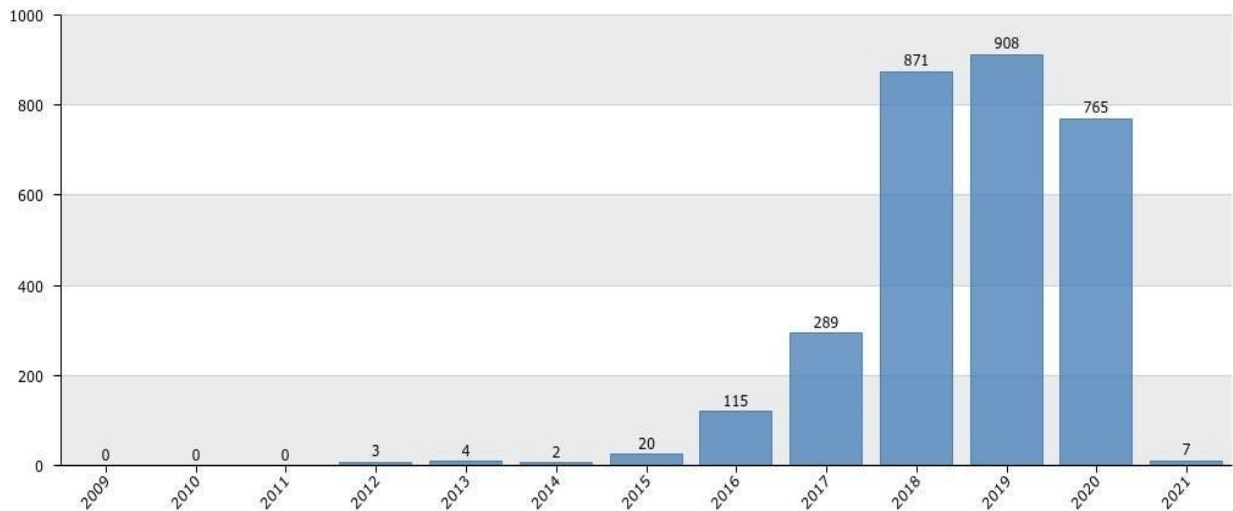
Apesar dos inúmeros benefícios inerentes elencados acerca desta tecnologia, vale destacar que ela sozinha não resolve todos os problemas relacionados à auditoria contábil, daí a necessidade de entender e discutir suas características e peculiaridades para melhor aplicá-la, principalmente, com vista a garantir maior eficiência e controle dos gastos públicos.

## 5.2 PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA EM BASES DE PATENTES SOBRE CERTIFICAÇÃO DIGITAL E *BLOCKCHAIN*

Segundo Lebre, Andrade e Miranda (2022), em artigo publicado na Revista Caderno de Prospecção, sob o título “Prospecção tecnológica em bases de patentes sobre certificação digital e *blockchain*”, constatou-se, por meio de levantamento e análise na base de patente *Quest Orbit* (<http://questel.com/>), considerando o período de janeiro de 2009 a março de 2021, a existência de 2.984 patentes relacionadas à certificação digital e *blockchain* e os seguintes resultados:

a) Ao analisar os depósitos por ano, foi possível verificar que a tecnologia vem se desenvolvendo desde 2012 de forma crescente, com aumento exponencial em 2019. Foi possível observar ainda que em 2020 houve uma redução dos depósitos de patentes e que em 2021, até março, haviam somente sete patentes depositadas, conforme evidenciado a seguir:

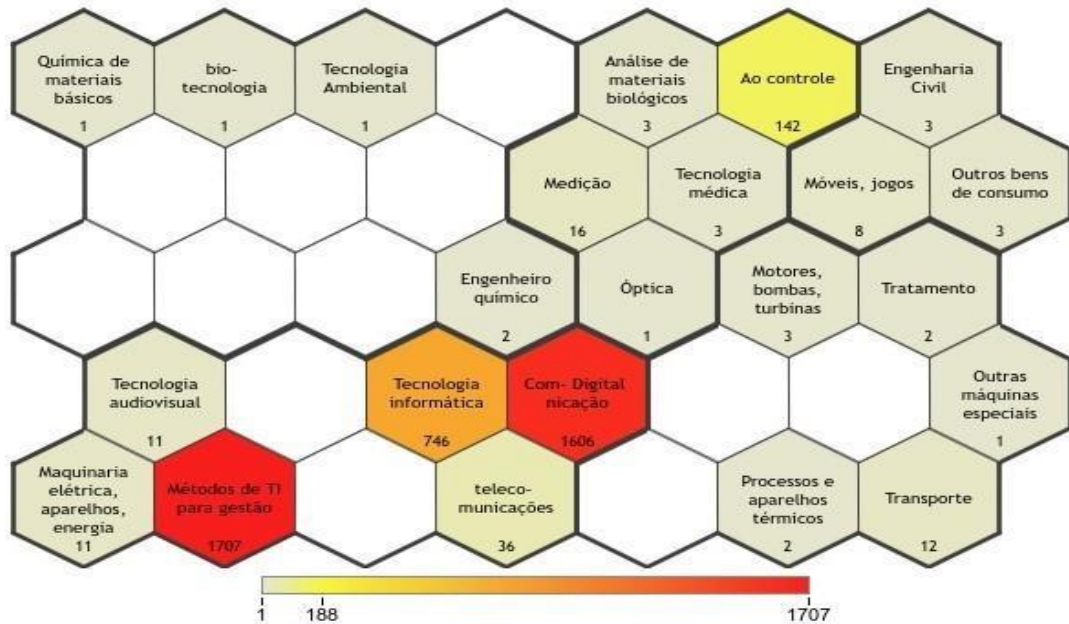
FIGURA 1 – Famílias de patentes por ano de depósito.



Fonte: Elaborada a partir do Orbit (2021).

b) Com relação aos domínios tecnológicos do Orbit, com base na Classificação Internacional de Patentes (CIP ou *International Patent Classification - IPC*, na língua inglesa), observa-se que há uma concentração na área de Engenharia Elétrica, sendo os principais grupos: Métodos de Tecnologia da Informação para Gestão, Comunicação Digital, Tecnologia da Informação e Telecomunicações. Na área de Instrumentos, os principais grupos foram o de Controle e Medição. Já na área de Engenharia Mecânica, o principal grupo de patentes foi o de Transportes, conforme demonstrado abaixo:

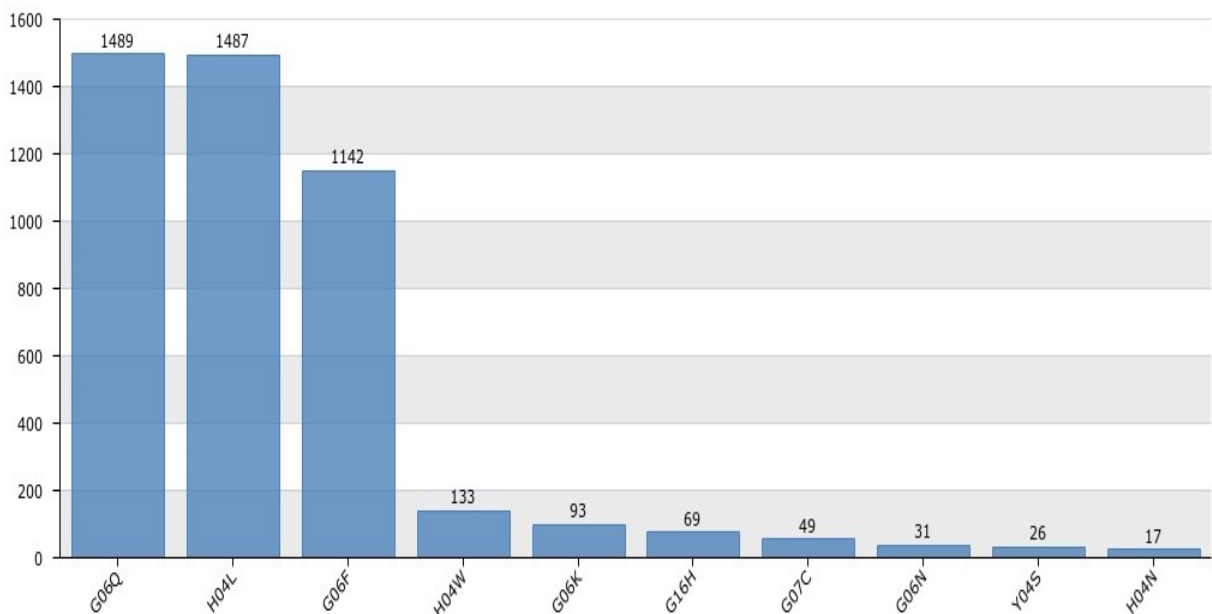
FIGURA 2 – Principais domínios tecnológicos.



Fonte: Elaborada a partir do Orbit (2021).

c) Os 2.984 depósitos de patentes encontrados estavam distribuídos em 4.321 grupos de famílias tecnológicas, sendo que 95,30% do total de famílias de patentes estão concentradas nas subclasses: C06Q, H04L e C06F, conforme evidenciado abaixo:

FIGURA 3 – Distribuição dos depósitos de patentes nas principais subclasses da CIP.



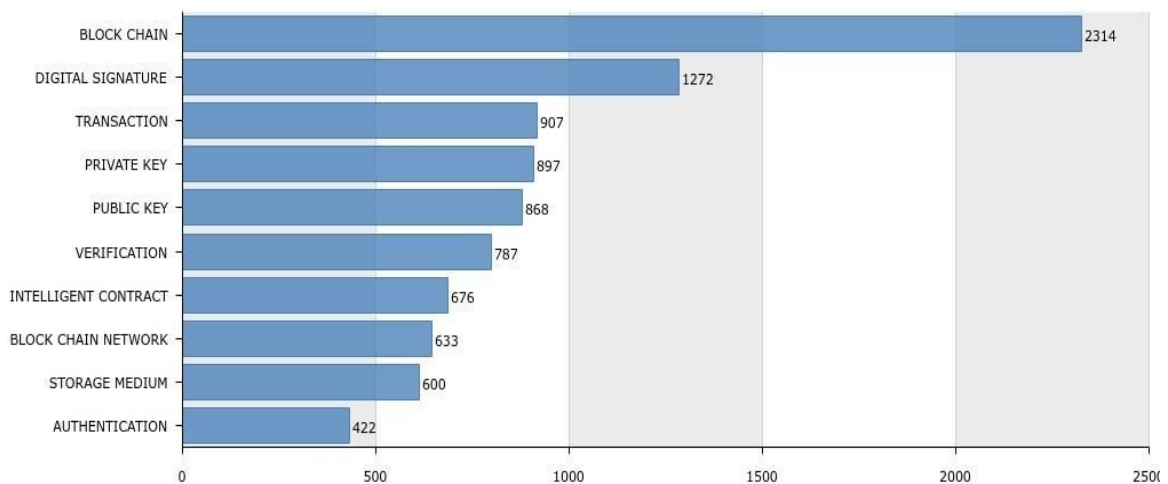
Legenda: C06Q – Sistema ou métodos de processamento de dados, especialmente adaptados para propósitos administrativos, comerciais, financeiros, de gerenciamento, supervisão ou predição; sistemas ou métodos especialmente adaptados para propósitos administrativos, comerciais, financeiros, de gerenciamento, supervisão ou predição; H04L – Transmissão de informação digital; C06F – Processamento eletrônico de dados digitais;

H04W - Redes de comunicação sem fio; G06K - Identificação de dados, apresentação de dados, suporte de dados, manipulação de dados; G16H – Informática de saúde, ou seja, tecnologia da informação e comunicação especialmente adaptada para a manipulação ou processamento de dados médicos; G07C – Registradores de horários ou presenças, registradores ou indicadores do funcionamento de máquinas, geradores de números aleatórios, aparelhos para votação ou loterias, disposições, sistema ou aparelhos para teste não incluídos em outro local; G06N – Sistemas de computador baseados em modelos computacionais específicos; Y04S – Sistemas de integração de tecnologias relacionada à operação de redes de energia, comunicação ou tecnologias de informação para melhorar a geração de energia elétrica, transmissão, distribuição, gerenciamento ou uso, ou seja, redes inteligentes; H04N – Comunicação pictórica, por exemplo, televisão.

Fonte: Elaborada a partir do Orbit (2021).

d) Os principais conceitos relacionados às famílias de patentes depositadas foram: *blockchain*, *digital signature*, *transaction*, *private key*, *public key*, *verification*, *intelligent contract*, *blockchain network*, *storage medium* e *authentication*, conforme demonstrado a seguir:

FIGURA 4 – Conceitos mais utilizados referentes às patentes selecionadas.



Fonte: Elaborado a partir do Orbit (2021)

e) Em relação aos países de proteção, a China lidera no quantitativo de depósito de patentes, seguida pelos Estados Unidos. O Brasil aparece na 15ª posição.

f) A empresa que mais depositou patentes no mundo foi a Tencent Technology Shenzhen (China) e, entre os inventores, o que mais tem depósitos de patentes é Li Maocai, que possui 43 patentes.

g) Dos 10 principais inventores, oito deles concentram seus depósitos de patentes na China: Li Maocai, Wang Zongyou, Liu Pan, Zhou Kaiban, Lan Hu, Li Wei, Shi Yifag e Zhu Gengliang, além dos autores que abriam mão do direito de serem citados como inventores. Somente Joon Sun Uhr possui a maioria dos seus depósitos concentrados na Coreia do Sul. Essa concentração dos inventores na China favorece para que esse país esteja na liderança no desenvolvimento da tecnologia *blockchain*.

Ainda naquele estudo, constatou-se a existência de um número significativo de patentes que apresentam soluções tecnológicas com a utilização do certificado digital aliado a tecnologia *blockchain*, atendendo assim às necessidades da sociedade em relação à maior segurança nas transações virtuais e garantia de autenticidade, confidencialidade, auditabilidade, transparência e integridade das informações.

### 5.3 FUNCIONAMENTO DA *BLOCKCHAIN*

Em 1º de novembro de 2008, foi apresentado ao grupo de discussão “*The Cryptography Mailing*” um artigo técnico intitulado *Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system*, de autoria do usuário Satoshi Nakamoto, contendo os princípios de funcionamento de uma criptomoeda denominada *Bitcoin*, cuja proposta era a criação de uma moeda digital mundial que funcionasse em uma rede *peer-to-peer* (ponto a ponto ou P2P) e que permitisse o envio de pagamentos *online* de forma totalmente segura, sem o envolvimento de instituições financeiras para todos os participantes da rede (FILHO; BRAGA; LEAL, 2017).

Além do seu funcionamento descentralizado, vale destacar que as redes *blockchain* são divididas em dois grandes grupos: redes públicas e redes privadas. Tal classificação refere-se ao grupo de nós que podem acessar a rede distribuída ponto a ponto (P2P). Em uma rede pública, não há qualquer mecanismo de controle de acesso e os nós podem ingressar e deixar a rede sem qualquer prejuízo para o mecanismo de consenso ou para a geração de novos blocos. Nas redes privadas, apenas os nós autorizados podem acessar a rede ponto a ponto (P2P).

Paralelamente, a classificação entre redes permissionadas e não-permissionadas define o papel dos nós ao participarem da rede. Em redes não-permissionadas, todos os nós possuem o mesmo papel na rede, sendo responsáveis por gerar as transações, validar os blocos e participar do consenso. Já em cadeias permissionadas, apenas alguns nós selecionados podem validar ou confirmar transações. Comumente encontrada em ambientes corporativos e na administração pública (OLIVEIRA *et al.*, 2018; GREVE *et al.*, 2018; ENCCCLA, 2020).

Assim, segundo o TCU (2019), é da conjugação dessas categorias, quanto à validação das transações (permissionada e não-permissionada) e à participação na realização de transações (pública ou privada), que surgem os 4 tipos principais de

*blockchain* evidenciados no Quadro 3:

QUADRO 3 – Tipos de *blockchain*.

| <b>Tipo de <i>blockchain</i></b> | <b>Explicação</b>   |
|----------------------------------|---|
| <b>Pública não permissionada</b> | Qualquer um pode participar do mecanismo de consenso da <i>blockchain</i> . Além disso, qualquer um com conexão à <i>Internet</i> é capaz de realizar transações e visualizar todo o <i>log</i> de transações.  |
| <b>Pública permissionada</b>     | Qualquer um com conexão à <i>Internet</i> é capaz de realizar transações e visualizar o <i>log</i> de transações, mas apenas uma parte restrita dos nós pode participar do mecanismo de consenso.   |
| <b>Privada permissionada</b>     | A capacidade de realizar transações e visualizar o <i>log</i> nessa <i>blockchain</i> é restrita apenas para os nós participantes da rede. O dono da <i>blockchain</i> é quem define os usuários da rede e quais nós podem participar do mecanismo de consenso. |
| <b>Privada não permissionada</b> | Existe restrição quanto à realização de transações e visualização do <i>log</i> , mas o mecanismo de consenso é aberto a qualquer nó.   |

Fonte: TCU (2019).

Cabe esclarecer que a tecnologia *blockchain* é um tipo de DLT (*Distributed Ledger Technology*), já que suas informações são armazenadas de forma distribuída, todavia, nem toda DLT é uma *blockchain*. A descentralização e criptografia são pontos em comum das *blockchains* e das DLT's e que muitas vezes fazem parecer que os dois conceitos são a mesma coisa, no entanto, não o são.

A estrutura da *blockchain* a torna distinta de outros tipos de livro-razão distribuídos (DLT's). Os dados em uma *blockchain* são agrupados e organizados em blocos ligados por *hashes*. Os blocos são então ligados entre si, formando uma cadeia sequencial para armazenar os dados/informações inseridas na rede, utilizando-se da criptografia, certificação digital e *smarts contracts*, o que não ocorre nas DLT's.

De forma resumida, uma tecnologia *blockchain* corresponde a uma estrutura de dados e informações organizados em blocos encadeados sequencialmente, servindo como uma tecnologia de registros distribuídos. Esse bloco é dividido em duas partes: cabeçalho e dados. O cabeçalho contém metadados como um número único que identifica o bloco, a data e o horário de criação (*timestamp*) e um *hash* do bloco atual, outro do anterior e outro do próximo, formando um encadeamento de blocos ligados sequencialmente, também possui um elemento denominado de *nonce*, que é utilizado em combinação com a função *hash* para evitar a repetição de *hashes* antigos. Com a inserção da variável tempo (*timestamp*) as transações na *blockchain* são ordenadas em uma ordem específica, permitindo com isso a rastreabilidade de todos os blocos de informações e impossibilitando que sejam alterados.

Vale destacar que a variável tempo tem papel preponderante nos registros realizados na *blockchain*, posto que facilita a localização e a ordenação das informações de forma específica.

Como cada bloco faz referência ao seu antecessor, se um *bit* do bloco anterior for alterado, o *hash* do bloco muda e conseqüentemente há uma inconsistência na cadeia, que pode ser facilmente detectável. Normalmente existe também um campo de assinatura, o qual é responsável por identificar e validar o responsável pela criação do bloco. Os dados geralmente contém informações encaminhadas pelos participantes e endereços das partes, de modo a associar aquela transação às partes envolvidas (origem e destino) (TCU, 2019). A função *hash* é atribuída pelo uso da árvore de *Merkle*, que, a partir das *hashes* de cada registro, realiza funções matemáticas até atribuir a *hash* do bloco (CARVALHO, 2018). A Figura 5 ilustra o encadeamento de blocos na *blockchain*:

FIGURA 5 – Encadeamento de blocos na *blockchain*.



Fonte: Melo (2019).

É importante destacar que para uma transação seja registrada na *blockchain*, ela precisa ser aprovada pelos nós validadores da rede, caso contrário, é automaticamente rejeitada, segundo regras previamente definidas (protocolos de consenso) (TCU, 2019).

Por meio dos mecanismos de consenso, a *blockchain* trouxe uma solução eficiente para o dilema de lógica dos *Byzantine Generals* (Generais Bizantinos), que deu origem ao conceito de *Byzantine Fault Tolerance* - BFT (Tolerância a Falhas Bizantinas), no qual estabelece que cada general tem seu próprio exército e que cada grupo está situado em locais diferentes ao redor da cidade que desejam atacar. Os

gerais precisam entrar em acordo para saber quando atacar ou recuar. Não importa se estão atacando ou recuando, é necessário que todos eles entrem em acordo, por exemplo, para chegar ao consenso na execução das táticas em conjunto.

Segundo o TCU (2019), o mecanismo de consenso é responsável por permitir que os atores ou os nós da rede concordem entre si com o conteúdo a ser armazenado na *blockchain*, levando em consideração o fato de que alguns atores podem ser maliciosos ou estarem indisponíveis.

Todos esses mecanismos e tecnologias subjacentes tornam a tecnologia *blockchain* única. Para o TCU (2019), as principais características desta tecnologia são as seguintes:

- a) **Hipertransparência e auditabilidade:** O livro-razão é um dado acessível e público a todos que façam parte da rede, o que significa que os participantes podem ver todo o histórico das transações em tempo real. Essa propriedade da *blockchain* aumenta a rastreabilidade das operações a um grau em que qualquer usuário pode auditar completamente todas as transações. Assim, considerando que, em regra, toda a informação do governo deve ser pública, o uso da *blockchain* está aderente à Lei de Acesso à Informação (LAI);
- b) **Distribuído e descentralizado:** Com o uso de uma *blockchain*, os dados são compartilhados em tempo real, além do histórico de modificações, fazendo com que não haja necessidade de reconciliação entre diferentes participantes, uma vez que os dados estão disponíveis a todos os nós e usuários da rede;
- c) **Desintermediação:** A existência de uma terceira parte confiável para resolver conflitos das transações não é mais necessária, pois agora o controle pode ser distribuído para todos os nós da rede de forma descentralizada. Com isso reduz-se a necessidade de implementar processos complexos de reconciliação entre as partes e diminui-se os custos de operações de verificação e validação com o uso dos contratos inteligentes;
- d) **Disponibilidade:** Como todos os participantes têm uma cópia local sincronizada com a rede, isso quer dizer que, se um nó ficar indisponível, o livro-razão pode ser acessado através de outros nós. Ou seja, a *blockchain* é uma rede resiliente com várias cópias compartilhadas de dados, de modo que os serviços públicos que necessitam dessas informações poderão continuar em operação mesmo que alguns nós estejam indisponíveis;

e) **Imutabilidade e integridade:** A *blockchain* utiliza técnicas criptográficas para proteger seus registros, incluindo funções de *hash*, ponteiros de *hash* e assinaturas digitais. Isso faz com que qualquer tipo de adulteração seja percebido, por se tratar de uma violação matemática da cadeia de blocos. Essa propriedade garante que a *blockchain* seja um registro imutável, de forma que nenhuma entidade é capaz de alterar dados passados sem resultar em um alerta à rede e todas as partes podem verificar a consistência dos dados de forma independente;

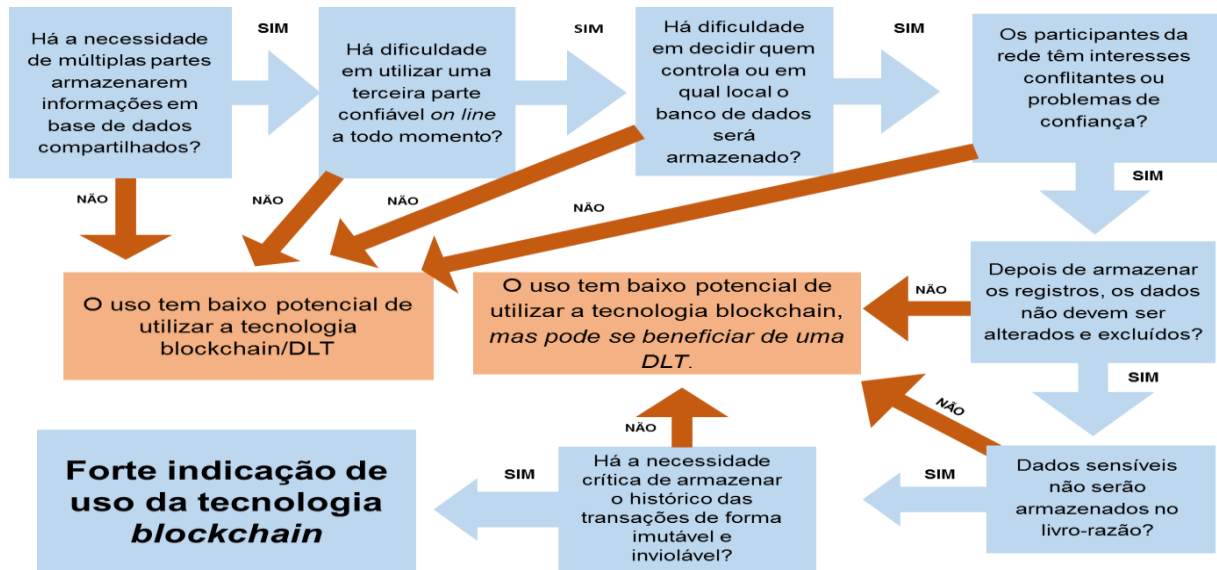
f) **Irrefutabilidade (ou irretratabilidade):** Uma das funcionalidades essenciais da tecnologia *blockchain* é o uso da criptografia de chaves públicas (ou assimétrica), que serve como uma base para a autenticação dos usuários da rede. Com o uso de um método que utiliza a chave privada do seu par de chaves e funções de *hash*, um participante é capaz de realizar assinaturas digitais sobre as transações, servindo como uma prova inegável de que é o emissor de determinada mensagem (não repúdio).

#### 5.4 FRAMEWORKS PARA VERIFICAÇÃO DE ADERÊNCIA À TECNOLOGIA BLOCKCHAIN

Ainda, de acordo com o TCU (2019), é importante saber se a organização poderá se beneficiar de uma tecnologia *blockchain* ou DLT, para isso apresentou um modelo de árvore de decisão (*framework*<sup>1</sup>), que consiste em perguntas diretas sobre as características do processo de negócio da organização. Quanto mais respostas “sim” às perguntas, maior a probabilidade de uso de uma DLT. As 3 (três) últimas perguntas se referem ao caso especial de uma *blockchain*. A Figura 6 representa o fluxograma mencionado:

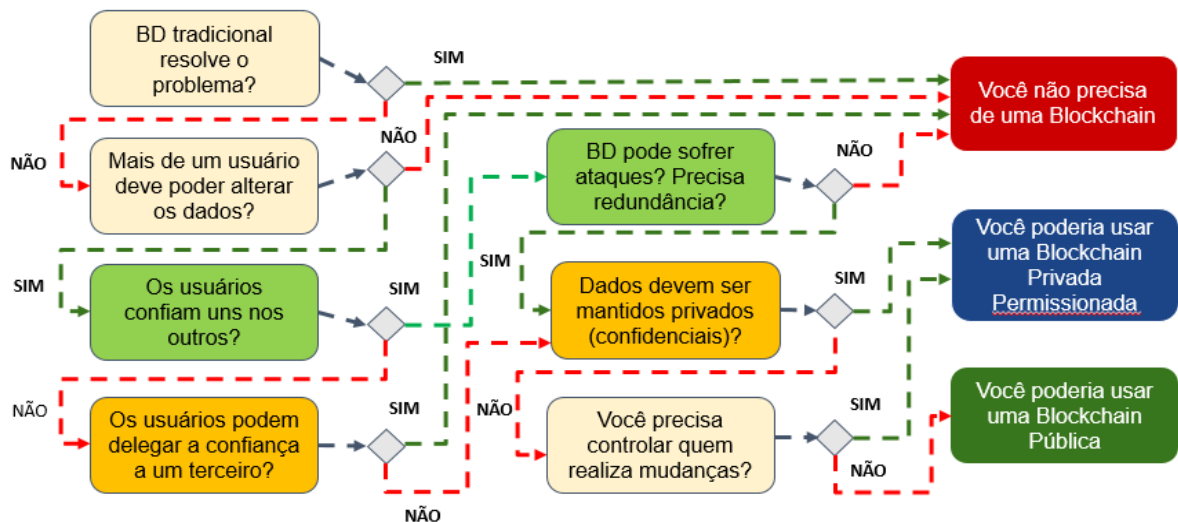
---

<sup>1</sup> É uma estrutura destinada a servir de suporte ou guia para a construção de um projeto digital (fonte: <https://blog.revelo.com.br/o-que-e-framework-exemplos-e-aplicacoes/>).

FIGURA 6 – *Framework* relacionado à tecnologia *blockchain*/DLT (TCU, 2019).

Fonte: Adaptado TCU (2019).

Outro *framework* foi elaborado por Peck (2017). Nesta proposta, dependendo da resposta, deverá seguir o fluxograma contido a Figura 7 para ser identificado ao final se é indicado ou não a tecnologia *blockchain* para atender às necessidades da organização:

FIGURA 7 – *Framework* relacionado a tecnologia *blockchain* ou DLT (PECK, 2017).

Fonte: Adaptado Peck (2017).

Vale ressaltar que o TCU (2019) demonstrou, por meio de um levantamento técnico, a existência de diversas aplicações da tecnologia *blockchain* já implantadas em órgãos da Administração Pública Federal, conforme demonstrado no Quadro 4, o

qual evidencia que esta tecnologia vem sendo utilizada como um importante instrumento para garantir maior transparência e controle dos gastos públicos:

QUADRO 4 -- Aplicações da tecnologia *blockchain* no setor público do Brasil.

| Aplicação/Orgão  | Objetivo   | Aspecto Transformador  | Tipo de <i>blockchain</i> | Plataforma DLT   | Detalhamento da infraestrutura DLT  |
|--|--|--|---------------------------|--|---|
| <b>BCONNECT</b><br>(Receita Federal do Brasil e Serviço Federal de Processamento de Dados)   | Troca de dados referentes ao cadastro de operadores econômicos autorizados           | Resolver o problema da falta de confiança na troca de dados entre países do Mercosul, por meio da criação de uma camada de colaboração | Permissionada e privada   | <i>Hyperledger</i>   | Padrão oferecido pela plataforma <i>Hyperledger</i>   |
| <b>BCPF E BCNPJ</b><br>(Receita Federal do Brasil e Empresa de Tecnologia e Informações da Previdência)  | Compartilhamento das bases de CPF e CNPJ   | Modelo federal de compartilhamento de dados  | Permissionada e privada   | <i>Ethereum</i> , com previsão de migração para <i>Hyperledger</i> | Foram desenvolvidas regras de ACL em formato de <i>smart contracts</i> , através de linguagem <i>Solidity</i> , na plataforma <i>Ethereum</i> . O mecanismo de consenso utilizado foi a prova de autoridade |
| <b>SALT</b> (Banco Central do Brasil)  | Manutenção do sistema de liquidação de reservas, em caso de inoperância do BACEN     | Consenso do sistema de liquidação sem necessidade de agente central  | Permissionada e privada   | <i>Quorum</i>  | Consenso <i>Raft</i> , mas, em produção, seria necessário um método de consenso resistente a falhas bizantinas  |
| <b>PIER</b> (Banco Central do Brasil)  | Registro da interação entre instituições financeiras e órgãos regulatórios           | Imutabilidade e auditabilidade das informações trocadas  | Permissionada e privada   | <i>Quorum</i>  | <i>Smart contracts</i> escritos na linguagem <i>Solidity</i> /Mecanismo de consenso   |
| <b>SISTEMA DE CONTRATOS DISTRIBUÍDOS</b><br>(Banco do Brasil, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, Caixa Econômica Federal e Serviço Federal de Processamento de Dados) | Compartilhamento de informações padronizadas sobre processos públicos de compra      | Empresas públicas poderão passar a compartilhar informações diretamente, de maneira mais célere e padronizada                          | Permissionada e privada   | <i>Hyperledger fabric</i>  | Consenso BFT e KAFKA/ZooKeeper. Está sendo estudado o uso do <i>Raft</i> , CouchDB NodeJs nos chaincodes  |
| <b>SISTEMA FINANCEIRO DIGITAL</b> (Banco do Brasil)  | Liquidação financeira, descentralizada, entre instituições financeiras diferentes em | Sistema de pagamentos <i>on line</i> mediante smartphones  | Permissionada e privada   | <i>Hyperledger</i>   | <i>Smart contracts</i> escritos em JavaScript (NodeJs). Mecanismo de consenso BFT   |

|   |  |   |                             |                           |   |
|---|--|---|-----------------------------|---------------------------|---|
|   | poucos segundos  |   |                             |                           |   |
| <b>SISTEMA BRASILEIRO DE PODERES</b> (Banco do Brasil e Petrobrás)      | Designação de permissões (poderes) para a movimentação de contas bancárias por grandes corporações ou por governos | Processo passa a ser digital, sem intermediários e <i>on line</i> , com visibilidade e auditabilidade                     | Permissionada               | <i>Hyperledger fabric</i> | Consenso Raft, utilizando NodeJs nos chaincodes   |
| <b>BNDSTOKEN</b> (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social) | Funcionamentos do BNDES  | Processo passa a utilizar um <i>token</i> digital, sem a utilização de papel moeda até a aprovação da prestação de contas | Não-Permissionada e pública | <i>Ethereum</i>           | <i>Ethereum</i> público com programação de contratos inteligentes em <i>Solidity</i>  |
| <b>TRUBUDGET</b> (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social) | Acompanhamento de liberação e recebimento de recursos repassados ao Fundo da Amazônia                              | Envolvimento numa rede única dos doadores de recursos, intermediários e beneficiários das doações                         | Permissionada e privada     | <i>Multichain</i>         | O <i>Multichain</i> é um <i>fork</i> permissionado do Bitcoin, cujo algoritmo de consenso não envolve criptomoedas, sendo um algoritmo próprio, baseado no PBFT |
| <b>DIÁRIO DE BORDO</b> (Agência Nacional de Aviação Civil)              | Registro do diário de bordo dos voos de operadoras brasileiras   | Eliminar o uso de papel, promovendo auditabilidade e economicidade  | Permissionada e privada     | <i>Hyperledger fabric</i> | <i>Smart contracts</i> escritos em JavaScript (NodeJs)/Mecanismo de consenso Raft   |
| <b>RNDS</b> (Ministério da Saúde)                                       | Prontuário eletrônico dos pacientes  | Interoperabilidade, digitalização e visão integrada do paciente   | Permissionada e privada     | <i>Hyperledger fabric</i> | <i>Smart contracts</i> escritos em Go (GoLang)/Mecanismo de consenso Raft   |

Fonte: TCU (2019).

## 5.5 TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DE RONDÔNIA

O TCE-RO foi instituído no dia 31 de janeiro de 1983, conforme disposto no Decreto-Lei nº 47/1983, assinado pelo Governador Jorge Teixeira de Oliveira, tendo como missão a promoção da efetividade e juridicidade da arrecadação e da aplicação dos recursos e políticas governamentais, fiscalizando e orientando a gestão pública em benefício da sociedade.

A referida Corte de Contas foi instalada em 27 de maio de 1983. É órgão independente, autônomo, com capacidade financeira, orçamentária e administrativa própria e com jurisdição privativa em todo o Estado de Rondônia.

Dentre suas inúmeras competências destaca-se a realização de auditorias financeiras e orçamentárias sobre as contas das unidades administrativas dos poderes estaduais e municipais e o exercício do poder regulamentar, podendo, em consequência, expedir atos, decisões e instruções normativas sobre matérias de suas atribuições e sobre a organização dos processos que lhe devam ser submetidos, obrigando o seu cumprimento, sob pena de responsabilidade.

A Constituição Estadual de Rondônia, promulgada em 1989, estabelece no seu artigo 49 as competências do TCE-RO, firmando suas responsabilidades e compromissos para com a sociedade rondoniense, devendo ainda observar o que dispõe a Lei Complementar Estadual nº 154/96 (Lei Orgânica do TCE-RO) e a Resolução Administrativa nº 005/TCER-96 (Regimento Interno do TCE-RO). Pelo princípio da simetria<sup>2</sup> o artigo 49 da Constituição do Estado de Rondônia é consentâneo com o disposto no artigo 71 da Constituição Federal.

---

<sup>2</sup> O princípio da simetria determina que há de existir uma relação de paralelismo entre as disposições constitucionais destinadas à União e os demais entes federativos.

## 6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho trata-se de uma pesquisa exploratória com a finalidade de prover o pesquisador de um maior conhecimento sobre determinado tema, principalmente devido ao seu ineditismo e dinamismo, bem como descobrir um novo tipo de enfoque para o assunto (PRODANOV; FREITAS, 2013).

O método de pesquisa utilizado foi do tipo qualitativo, já que objetivou explicar e comparar fenômenos sociais a partir de conhecimentos teóricos empíricos. Para Prodanov e Freitas (2013), nas pesquisas qualitativas as questões são estudadas no ambiente em que elas se apresentam sem qualquer manipulação intencional do pesquisador. A utilização desse tipo de abordagem difere da abordagem quantitativa pelo fato de não utilizar dados estatísticos como o centro do processo de análise de um problema, não tendo, portanto, a prioridade de numerar ou medir unidades. Os dados coletados nessas pesquisas são descritivos, retratando o maior número possível de elementos existentes na realidade estudada.

Inicialmente, na etapa metodológica 1, realizou-se levantamento bibliográfico baseada em publicações acadêmicas (artigos científicos, monografias, teses, dissertações), livros, normas legais e textos publicados na *Internet* sobre a tecnologia *blockchain* e ainda consultou-se os sites dos 33 (trinta e três) Tribunais de Contas do Brasil, relacionados no Quadro 5, com o objetivo de verificar se existia ou não naquelas unidades de controle externo alguma aplicação em desenvolvimento ou já implantada que utilizasse a tecnologia *blockchain*, para servir de *benchmarking*, tendo como parâmetro de consulta o termo “*blockchain*”.

QUADRO 5 - Relação dos sites dos Tribunais de Contas do Brasil

| TRIBUNAIS   | SITE  |
|---|---|
| Tribunal de Contas da União - TCU                             | <a href="https://portal.tcu.gov.br/inicio/">https://portal.tcu.gov.br/inicio/</a> |
| Tribunal de Contas Estadual do Acre - TCE-AC                  | <a href="http://www.tce.ac.gov.br">www.tce.ac.gov.br</a>                          |
| Tribunal de Contas Estadual de Alagoas - TCE-AL               | <a href="http://www.tceal.tc.br">www.tceal.tc.br</a>                              |
| Tribunal de Contas Estadual do Amazonas - TCE-AM              | <a href="http://www2.tce.am.gov.br">www2.tce.am.gov.br</a>                        |
| Tribunal de Contas Estadual do Amapá - TCE-AP                 | <a href="http://www.tce.ap.gov.br">www.tce.ap.gov.br</a>                          |
| Tribunal de Contas Estadual da Bahia - TCE-BA                 | <a href="http://www.tce.ba.gov.br">www.tce.ba.gov.br</a>                          |
| Tribunal de Contas Estadual dos Municípios da Bahia - TCEM-BA | <a href="http://www.tcm.ba.gov.br">www.tcm.ba.gov.br</a>                          |
| Tribunal de Contas Estadual do Ceará - TCE-CE                 | <a href="http://www.tce.ce.gov.br">www.tce.ce.gov.br</a>                          |
| Tribunal de Contas do Distrito Federal - TC-DF                | <a href="http://www2.tc.df.gov.br">www2.tc.df.gov.br</a>                          |
| Tribunal de Contas Estadual do Espírito Santo - TCE-ES        | <a href="http://www.tcees.tc.br">www.tcees.tc.br</a>                              |
| Tribunal de Contas Estadual de Goiás - TCE-GO                 | <a href="https://portal.tce.go.gov.br/">https://portal.tce.go.gov.br/</a>         |
| Tribunal de Contas Estadual dos Municípios de Goiás - TCEM-GO | <a href="http://www.tcmgo.tc.br">www.tcmgo.tc.br</a>                              |
| Tribunal de Contas Estadual do Maranhão - TCE-MA              | <a href="https://site.tce.ma.gov.br/">https://site.tce.ma.gov.br/</a>             |

|  |   |
|--|---|
| Tribunal de Contas Estadual do Mato Grosso - TCE-MT          | <a href="http://www.tce.mt.gov.br">www.tce.mt.gov.br</a>                |
| Tribunal de Contas Estadual do Mato Grosso do Sul - TCE-MS   | <a href="http://www.tce.ms.gov.br">www.tce.ms.gov.br</a>                |
| Tribunal de Contas Estadual de Minas Gerais - TCE-MG         | <a href="http://www.tce.mg.gov.br">www.tce.mg.gov.br</a>                |
| Tribunal de Contas Estadual do Pará - TCE-PA                 | <a href="http://www.tce.pa.gov.br">www.tce.pa.gov.br</a>                |
| Tribunal de Contas Estadual dos Municípios do Pará - TCEM-PA | <a href="http://www.tcm.pa.gov.br">www.tcm.pa.gov.br</a>                |
| Tribunal de Contas Estadual da Paraíba - TCE-PB              | <a href="https://tce.pb.gov.br/">https://tce.pb.gov.br/</a>             |
| Tribunal de Contas Estadual do Paraná - TCE-PR               | <a href="http://www.tce.pr.gov.br">www.tce.pr.gov.br</a>                |
| Tribunal de Contas Estadual de Pernambuco - TCE-PE           | <a href="http://www.tce.pe.gov.br">www.tce.pe.gov.br</a>                |
| Tribunal de Contas Estadual do Piauí - TCE-PI                | <a href="http://www.tce.pi.gov.br">www.tce.pi.gov.br</a>                |
| Tribunal de Contas Estadual do Rio de Janeiro - TCE-RJ       | <a href="http://www.tcerj.tc.br">www.tcerj.tc.br</a>                    |
| Tribunal de Contas do Município do Rio de Janeiro - TCM-RJ   | <a href="http://www.tcm.rj.gov.br">www.tcm.rj.gov.br</a>                |
| Tribunal de Contas Estadual do Rio Grande do Norte - TCE-RN  | <a href="http://www.tce.rn.gov.br">www.tce.rn.gov.br</a>                |
| Tribunal de Contas Estadual do Rio Grande do Sul - TCE-RS    | <a href="http://www.tce.rs.gov.br">www.tce.rs.gov.br</a>                |
| Tribunal de Contas Estadual de Rondônia - TCE-RO             | <a href="http://www.tce.ro.gov.br">www.tce.ro.gov.br</a>                |
| Tribunal de Contas Estadual de Roraima - TCE-RR              | <a href="http://www.tce.rr.leg.br">www.tce.rr.leg.br</a>                |
| Tribunal de Contas Estadual de Santa Catarina - TCE-SC       | <a href="http://www.tcesc.tc.br">www.tcesc.tc.br</a>                    |
| Tribunal de Contas Estadual de São Paulo - TCE-SP            | <a href="http://www.tce.sp.gov.br">www.tce.sp.gov.br</a>                |
| Tribunal de Contas do Município de São Paulo - TCM-SP        | <a href="https://portal.tcm.sp.gov.br">https://portal.tcm.sp.gov.br</a> |
| Tribunal de Contas Estadual de Sergipe - TCE-SE              | <a href="http://www.tce.se.gov.br">www.tce.se.gov.br</a>                |
| Tribunal de Contas Estadual de Tocantins - TCE-TO            | <a href="http://www.tce.to.gov.br">www.tce.to.gov.br</a>                |

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Complementarmente, ainda na etapa metodológica 1, foi utilizado o Sistema Eletrônico de Informações ao Cidadão (e-SIC) junto às ouvidorias de cada um dos Tribunais de Contas do Brasil para confirmar formalmente a existência de aplicações em desenvolvimento ou já implementadas que utilizassem a tecnologia *blockchain*. Essas consultas ocorreram no período de março a junho de 2021.

Além disso, na etapa metodológica 2, verificou-se no âmbito interno do TCE-RO quais eram as normas que disciplinavam o envio de documentação para compor os processos que tramitam naquela Corte de Contas Estadual, bem como buscou-se identificar os grupos de processos que poderiam se beneficiar do uso da tecnologia *blockchain*.

Os 5 grupos de processos selecionados para avaliação, devido a regularidade e obrigatoriedade de envio para análise no TCE-RO, foram os seguintes: **Atos de Pessoal** (Admissão, Reforma, Reserva remunerada, Pensão e Aposentadoria), **Fiscalização de Certames e Contratos** (Editais de licitações, Inexigibilidade, Dispensa, Concurso Público e Teste Seletivo Simplificado), **Prestações de Contas** (Prefeitura, Câmara, Institutos de Previdência/Autarquia, Empresas Públicas, Consórcio Públicos, Sociedade de Economia Mista e Fundos Especiais), **Gestão Fiscal** (Poderes Executivo, Legislativo e Judiciário e Órgãos autônomos (MP, TCE e Defensoria Pública) e **Projeção de Receitas** (Poderes Executivo, Legislativo e Judiciário).

Em seguida, na etapa metodológica 3, foram aplicados os *frameworks* do TCU (2019) e de PECK (2017) com vista a coletar a percepção dos servidores daquela Corte de Contas Estadual sobre a possibilidade ou não de aderência dos processos que ali tramitam à tecnologia *blockchain*, assim sendo, durante o *workshop* realizado no dia 1.12.2021 ocorreram dois momentos de atividades práticas com os participantes, os quais preencheram 2 formulários *on line* (*google forms*) com as questões pertinentes aos *frameworks* supracitados (Anexo C).

## 6.1 MATRIZ DE VALIDAÇÃO

As atividades de pesquisa foram fundamentadas, resumidamente, a partir das seguintes etapas:

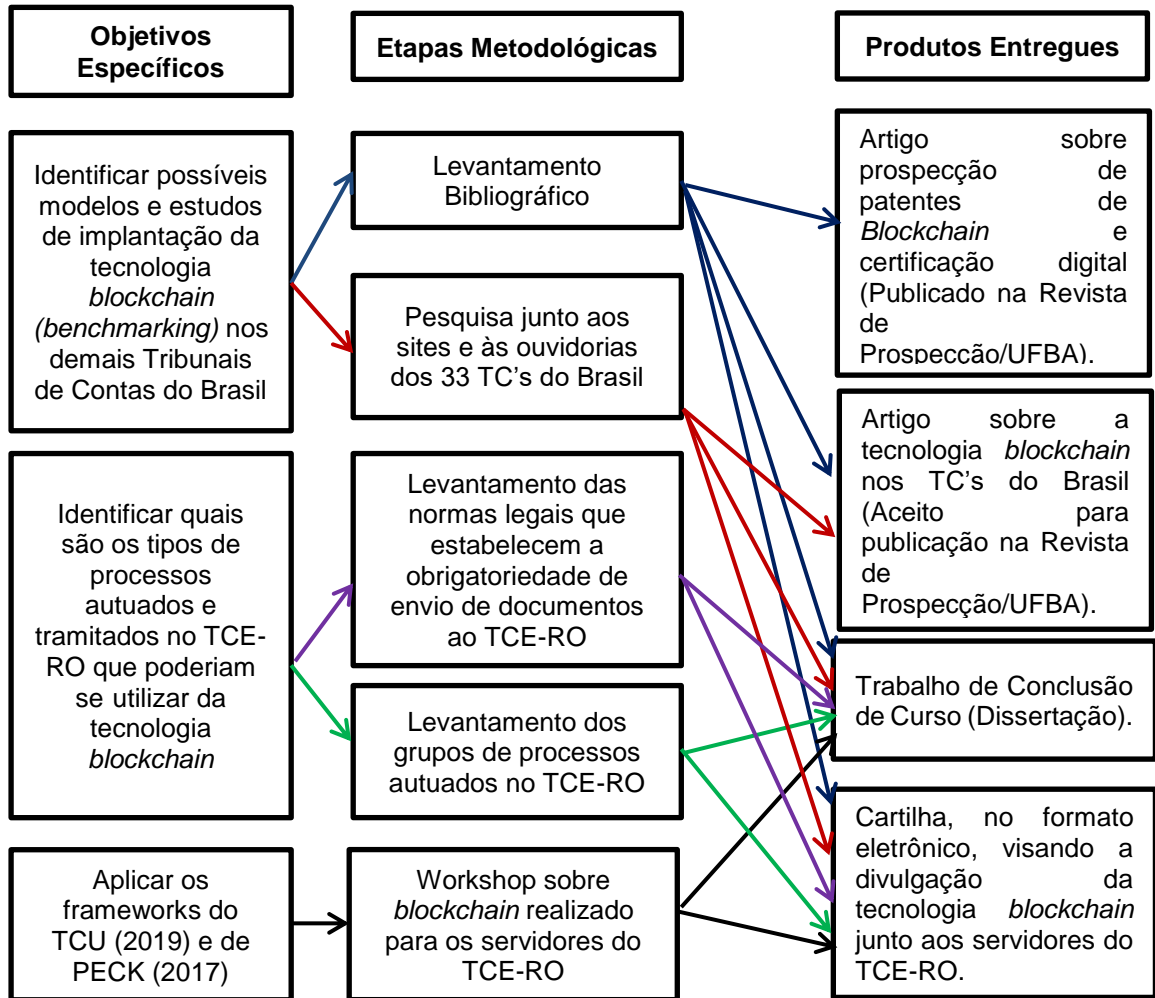
- Etapa 1: foram realizados levantamento bibliográfico e pesquisas junto aos 33 Tribunais de Contas do Brasil, visando conhecer melhor a tecnologia *blockchain*, suas principais características, benefícios, riscos e potencial tecnológico.

- Etapa 2: foram realizados levantamentos das normas legais do TCE-RO que disciplinavam o envio de documentos para análise e instrução processual, bem como foram identificados os grupos de processo que poderiam se beneficiar do uso da tecnologia *blockchain*, em virtude do grande volume de documentos, da obrigatoriedade e regularidade de envio e da necessidade de dar ampla publicidade a toda sociedade desses documentos e análises realizadas.

- Etapa 3: foram aplicados os *frameworks* do TCU (2019) e de PECK (2017), durante o *workshop* realizado no dia 1.12.2021, com vista a coletar a percepção dos servidores daquela Corte de Contas Estadual sobre a possibilidade ou não de utilização da tecnologia *blockchain*.

Assim, apresenta-se a seguir a Figura 8 referente as etapas metodológicas realizadas de acordo com os objetivos específicos e os produtos entregues:

FIGURA 8 – Relação dos objetivos específicos, etapas metodológicas e produtos.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

## 7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 7.1 A TECNOLOGIA *BLOCKCHAIN* NOS TRIBUNAIS DE CONTAS DO BRASIL

Quanto à verificação junto aos sites e ouvidorias dos 33 (trinta e três) Tribunais de Contas do Brasil, foi identificado que:

1. Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro (TCE-RJ) desenvolveu e implantou um sistema com a tecnologia *blockchain*, para uso interno daquele órgão de controle externo, com vista a avaliação e aquisição de expertise técnica por parte das equipes de desenvolvimento de sistemas;
2. Os demais Tribunais de Contas não informaram o desenvolvimento de nenhuma ação específica relacionada à tecnologia *blockchain*;
3. O Tribunal de Contas da União (TCU) realizou trabalho de levantamento do uso da *blockchain* nos órgãos da Administração Pública Federal, que redundou no Acórdão nº 1613/2020-Plenário;
4. Os sites de outros 12 Tribunais de Contas (TCE-BA, TCE-CE, TC-DF, TCE-GO, TCE-MG, TCEM-PA, TCE-PB, TCE-PR, TCE-PI, TCM-RJ, TCE-SC e TCM-SP) apresentam “notícias” sobre processos encaminhados à corte, jurisprudência, artigos, cursos, eventos, aplicativos e sistemas de terceiros, mas não desenvolvem internamente nenhuma ação específica relacionada à tecnologia *blockchain*.

O Quadro 6 evidencia um resumo dos resultados obtidos através das pesquisas nos sites e junto às ouvidorias das Cortes de Contas brasileiras a respeito da tecnologia *blockchain*:

QUADRO 6 – Resumo dos resultados das pesquisas realizadas junto aos TC’s do Brasil.

| TRIBUNAIS | PESQUISA NOS SITES INSTITUCIONAIS   | PESQUISA JUNTO OUVIDORIAS (E-SIC) |  |
|-----------|---|-----------------------------------|--|
|           | SITUAÇÃO ENCONTRADA   | DEMANDA                           | SITUAÇÃO RELATADA  |
| TCU       | Levantamento sobre a tecnologia <i>blockchain</i> – Acórdão 1613/2020 – Relator Min. Aroldo Cedraz – Proc. 031.044/2019-0 | 337456                            | Foi respondido que não há atualmente nenhum sistema ou projeto com uso de tecnologia <i>blockchain</i> no TCU. O que ocorreu foi um trabalho de levantamento do uso da tecnologia <i>blockchain</i> na Administração Pública |

|         |   |                      |   |
|---------|---|----------------------|---|
|         |   |                      | Federal, que redundou no Acórdão nº 1613/2020-Plenário.   |
| TCE-AC  | Nenhum resultado encontrado   | 1616778834547        | Foi respondido que o TCE-AC não tem nenhum aplicativo ou ferramenta que utilize a tecnologia <i>blockchain</i> .  |
| TCE-AL  | Nenhum resultado encontrado   | 18.2021LAI           | Foi respondido que o TCE-AL não tem nenhum aplicativo ou ferramenta que utilize a tecnologia <i>blockchain</i> .  |
| TCE-AM  | Nenhum resultado encontrado   | 210326903255:        | Foi respondido que o TCE-AM não faz uso da tecnologia <i>blockchain</i> .   |
| TCE-AP  | Nenhum resultado encontrado   | 2021.0306000254      | Foi respondido que no TCE-AP, atualmente, os sistemas, tanto desenvolvidos internamente quanto pela Fábrica de Software Terceirizada, não utilizam a tecnologia <i>blockchain</i> . |
| TCE-BA  | Processos diversos encaminhados pelos jurisdicionados em que a tecnologia <i>blockchain</i> estava incluída   | LTBCPDC72V           | Foi respondido que o TCE-BA não tem experiência com a implantação ou desenvolvimento de sistemas com o uso da tecnologia <i>blockchain</i> .  |
| TCEM-BA | Nenhum resultado encontrado   | 2021032689753143106  | Foi respondido que o TCEM-BA não faz uso da tecnologia <i>blockchain</i> .  |
| TCE-CE  | Processos diversos encaminhados pelos jurisdicionados em que a tecnologia <i>blockchain</i> estava incluída e uma petição que solicita o posicionamento TCE/CE quanto a continuidade do desenvolvimento de projeto piloto com o uso da ferramenta de tecnologia <i>blockchain</i> , com investimentos da SESA e do BID no âmbito do Programa de Expansão e Melhoria da Assistência Especializada à Saúde no estado Ceará II (PROEXMAES II) (Proc. 02866/2021-5) | 202103916            | Foi respondido que o TCE-CE não utiliza a tecnologia <i>blockchain</i> em seus sistemas.  |
| TC-DF   | Processos diversos encaminhados pelos jurisdicionados em que a tecnologia <i>blockchain</i> estava incluída   | 2021032852000011     | Foi respondido que o TC-DF não utiliza sistemas com a tecnologia <i>blockchain</i> .  |
| TCE-ES  | Nenhum resultado encontrado   | 00075.000031/2021-20 | Foi respondido que aquela Corte de Contas não tem nenhuma solução   |

|         |  |                |  |
|---------|--|----------------|--|
|         |  |                | desenvolvida utilizando a tecnologia <i>blockchain</i> e nada previsto nesse sentido até o presente momento.   |
| TCE-GO  | Notícia sobre artigo de autoria de Analista do TCE-GO, o qual propõe um app para a análise de orçamentos de obras com a tecnologia <i>blockchain</i>   | 605            | Foi respondido que o TCE-GO não possui soluções com tecnologia <i>Blockchain</i> implantada e também não há previsão de utilização desta tecnologia nessa Corte de Contas.   |
| TCEM-GO | Nenhum resultado encontrado  | 6220           | Foi respondido que o TCEM-GO não tem nenhum projeto que utilize a tecnologia <i>blockchain</i> .   |
| TCE-MA  | Nenhum resultado encontrado  | 2013/2021      | Foi respondido que o TCE-MA não implantou e nem desenvolveu aplicações que utilizem a tecnologia <i>blockchain</i> .   |
| TCE-MT  | Nenhum resultado encontrado  | 0635/2021      | Foi respondido que o TCE-MT não utiliza a tecnologia <i>blockchain</i> em seus sistemas informatizados.  |
| TCE-MS  | Nenhum resultado encontrado  | 112            | O TCE-MS respondeu que não atenderia à solicitação de informações sobre o objeto da pesquisa, pois as competências estabelecidas no art. 77 da Constituição Estadual não contemplam a consolidação de dados, denotando caso de impossibilidade de atendimento nos moldes do art. 14 da Lei Estadual nº 4.416/2013. |
| TCE-MG  | Publicação de artigos sobre a tecnologia <i>blockchain</i> na revista do TCE-MG  | 3140321INT     | Foi respondido que o TCE-MG não tem sistemas implantados ou em desenvolvimento que utilizam a tecnologia <i>blockchain</i> .   |
| TCE-PA  | Nenhum resultado encontrado  | 00117/2021     | Foi respondido que o TCE-PA não possui projetos que utilizam a tecnologia <i>blockchain</i> .  |
| TCEM-PA | Notícia sobre o lançamento pela Escola de Contas do TCE-RJ de prêmio Ministro Gama Filho – Edição 2019 que valoriza tecnologia para controle social ( <i>blockchain</i> , <i>big data</i> , inteligência artificial, <i>machine learning</i> , etc.) | 28032021004    | Foi respondido que o TCEM-PA ainda não utiliza a tecnologia <i>blockchain</i> .  |
| TCE-PB  | Notícia sobre a parceria do TCE-PB no evento <i>Innovate</i>   | 00223/21-HAO87 | Foi respondido que o TCE-PB não tem sistemas implantados com essa  |

|        |   |                 |  |
|--------|---|-----------------|--|
|        | H. Hackathon que aconteceu de 28 a 30.08.20   |                 | pilha tecnológica, mas que estava em vias de acordo com Dataprev para obter algumas bases de dados que usam a tecnologia <i>blockchain</i> .   |
| TCE-PR | Publicação de artigos sobre a tecnologia <i>blockchain</i> na Revista Âmbito Jurídico e notícia sobre termo de cooperação técnica do TCE-PR com o Governo do Estado do Paraná (Projeto Harpia)  | 18911-0/21      | Foi respondido que no TCE-PR não há nenhum sistema em planejamento ou desenvolvimento que utilize a tecnologia <i>blockchain</i> .   |
| TCE-PE | Nenhum resultado encontrado   | 31845           | Foi respondido que o TCE-PE não tem sistemas implantados utilizando a tecnologia <i>blockchain</i> º No entanto, estavam em tratativas, bem iniciais, visando a utilização dos sistemas b-CPF e b-CNPJ (RFB e DATAPREV).   |
| TCE-PI | Notícia sobre acordo de cooperação firmado pelo Instituto Rui Barbosa (IRB) e as entidades de fiscalização brasileiras e argentina para a elaboração de agenda de trabalho visando o uso de novas tecnologias no combate à fraude e à corrupção na gestão pública ( <i>blockchain</i> , inteligência artificial e <i>big date</i> ) | 001115/2021     | Foi respondido que o TCE/PI não possui sistema implantado e nem em desenvolvimento que utilizem a tecnologia <i>blockchain</i> .   |
| TCE-RJ | Notícias sobre eventos em que o TCE-RJ participou e que abordaram o tema <i>blockchain</i>  | 215.045.621.862 | Foi respondido que o TCE-RJ, por meio de sua Coordenadoria-Geral de Desenvolvimento de Sistemas - CDS, desenvolveu e implantou um sistema, para uso interno do TCE-RJ, com uso da tecnologia <i>blockchain</i> , para fins de avaliação da tecnologia e aquisição de expertise técnica por parte das equipes de desenvolvimento de sistemas. |
| TCM-RJ | Notícias sobre eventos em que o TCM-RJ participou e que abordaram o tema <i>blockchain</i>  | 10.539          | Foi respondido que o TCM-RJ não dispõe de sistemas em produção ou em desenvolvimento que utilizem a tecnologia <i>blockchain</i> .   |
| TCE-RN | Nenhum resultado encontrado   | 5907/2021       | Foi respondido que no TCE-RN não há sistemas em desenvolvimento que  |

|        |   |                  |  |
|--------|---|------------------|--|
|        |   |                  | utilizem a tecnologia <i>blockchain</i> .  |
| TCE-RS | Nenhum resultado encontrado   | 012042-0299/21-2 | Foi respondido que no TCE-RS não tem nada, até o presente momento, sendo desenvolvido utilizando a tecnologia <i>blockchain</i> .  |
| TCE-RO | Nenhum resultado encontrado   | SICOUV-1691:     | Foi respondido que, após diligência junto ao Secretário da SETIC, o TCE-RO ainda não utiliza sistemas com a tecnologia em estudo. Afirmou que existe previsão para implantação no segundo semestre do corrente ano (2021), no entanto, não elencou qual seria o tipo de sistema. |
| TCE-RR | Nenhum resultado encontrado   | 1405/2021        | Foi respondido que o TCE-RR não utiliza tecnologia <i>blockchain</i> nos processos de desenvolvimento de sistemas.   |
| TCE-SC | Processos diversos encaminhados pelos jurisdicionados em que a tecnologia <i>blockchain</i> estava incluída   | 474              | Foi respondido que o TCE-SC não tem sistemas implantados que utilizem a tecnologia <i>blockchain</i> .   |
| TCE-SP | Nenhum resultado encontrado   | SIC000000131     | Foi respondido que o TCE-SP não tem nenhum sistema em produção ou desenvolvimento no DTI e nem na fiscalização que utilize a tecnologia de <i>blockchain</i> .   |
| TCM-SP | Processos diversos encaminhados pelos jurisdicionados em que a tecnologia <i>blockchain</i> estava incluída e notícias sobre eventos que abordam o tema <i>blockchain</i> | TCM 005487/2021  | Foi respondido que o TCM-SP não utiliza a tecnologia <i>blockchain</i> .   |
| TCE-SE | Nenhum resultado encontrado   | Por e-mail       | Foi respondido que o TCE-SE não utiliza a tecnologia <i>blockchain</i> .   |
| TCE-TO | Nenhum resultado encontrado   | 217.142.868.082  | Foi respondido que o TCE-TO não utiliza em seus sistemas a tecnologia <i>blockchain</i> , visto a mesma ser relativamente nova.  |

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Maiores informações sobre este levantamento podem ser encontradas no Apêndice C, que traz uma cópia do artigo elaborado juntamente com os professores doutores Ewerton Rodrigues Andrade e Márcio Rodrigues Miranda.

## 7.2 PROCESSOS ANALISADOS PELO TCE-RO

Vale ressaltar que os arts. 70 e 71 da Constituição Federal outorgaram aos Tribunais de Contas competência para fiscalizar todo e qualquer ato praticado pela Administração Pública, de acordo com sua jurisdição (Federal, Estadual e Municipal). Por outro lado, o TCE-RO, no âmbito de sua competência e jurisdição, assiste o poder regulamentar, podendo, em consequência, expedir instruções normativas sobre matérias de suas atribuições e sobre a organização dos processos que lhe devam ser submetidos, sendo-lhe facultado exigir a remessa de documentos e informações que considerar necessários ao desempenho de tais atribuições, obrigando o seu cumprimento, sob pena de responsabilidade, nos termos dos arts. 2º e 3º da Lei Complementar Estadual (LCE) nº 154/96.

Outro ponto de destaque refere-se ao fato de que as unidades jurisdicionadas deverão encaminhar ao TCE-RO as informações relativas às operações administrativas, orçamentárias, financeiras, patrimoniais e fiscais por meio do Sistema Integrado de Gestão e Auditoria Pública – SIGAP<sup>3</sup>, o qual corresponde a um banco de dados tradicional. Já por meio da Resolução nº 303/2019/TCE-RO, alterada pela Resolução nº 337/2020/TCE-RO, foi implantado no TCE-RO, a partir de fevereiro de 2021, o recebimento de documentos e recursos por meio de peticionamento eletrônico inserido no Portal do Cidadão.

Quanto à verificação no âmbito interno do Tribunal de Contas de Rondônia sobre quais eram as normas que disciplinavam o envio de documentação para compor os processos que tramitam naquela Corte de Contas Estadual, constatou-se que o encaminhamento regular de informações para análise ocorre em virtude das seguintes normas:

- Processos de atos admissionais de pessoal decorrentes de concurso público e processo seletivo simplificado: deverá ocorrer com base nas documentações encaminhadas de forma eletrônica, via SIGAP, em atendimento às disposições contidas nos arts. 37, II e IX, e 169 da CF c/c os arts. 20 *usque* 25 da IN nº 13/2004/TCE-RO e o teor da IN nº 41/2014/TCE-RO;

---

<sup>3</sup> Fonte: <http://www.tce.ro.gov.br/portalsigap/index.php/sobre-o-sigap/>.

- Processos de reforma militar e reserva remunerada: decorre da competência estatuída no art. 3º, VIII, da Resolução Administrativa nº 005/96 c/c o art. 1º, V, da LCE nº 154/96, e verifica-se que os documentos que os compõem deverão ser encaminhados eletronicamente, via Portal do Cidadão, conforme prescrito nos arts. 27, I a XI, e 28, I a XV, da IN nº 13/2004/TCE-RO, respectivamente;
- Processos de aposentadoria e pensão civil: decorre da competência estatuída no art. 3º, VIII, da Resolução Administrativa nº 005/96 c/c o art. 1º, V, da LCE nº 154/96 e os documentos que os compõem deverão ser encaminhados eletronicamente, via SIGAP, conforme estabelece a IN nº 50/2017/TCE-RO;
- Processos de editais de certames licitatórios e atos de dispensas ou inexigibilidades de licitação, à luz das Leis Federais nº 8.666/93 e 10.520/02, envolvendo recursos próprios do Estado ou dos Municípios: serão disponibilizados eletronicamente, via SIGAP, na mesma data de sua publicação, cujo valor seja igual ou superior a R\$ 650.000,00 (seiscentos e cinquenta mil reais), em se tratando de compras e serviços, ou igual ou superior a R\$ 1.500.000,00 (um milhão e quinhentos mil reais), quando se tratar de obras e serviços de engenharia, conforme disposto no art. 38, I, “b”, da LCE nº 154/96 c/c o teor da IN nº 25/2009/TCE-RO, alterada pela IN nº 36/2013/TCE-RO;
- Processos de prestações de contas dos Chefes dos Poderes Executivos Municipais e das peças complementares, que constituirão o processo de Contas de Governo para apreciação do TCE-RO, mediante emissão de parecer prévio: decorre do disposto nos arts. 49, I, e 52, “a”, da CE c/c os arts. 31, § 2º, 71, I, e 75 da CF, e serão encaminhados eletronicamente, via SIGAP, em atendimento ao disposto no art. 11, VI, da IN nº 13/2004/TCE-RO c/c o teor das IN’s nºs 65/2019/TCE-RO e 72/2020/TCE-RO. As prestações de contas do Chefe do Poder Executivo Estadual seguem os mesmos procedimentos já relatados, porém a obrigatoriedade de envio encontra-se estabelecida na IN nº 65/2019/TCE-RO;

- Processos de prestação de contas dos Chefes dos Poderes Legislativos Municipais, que serão julgadas pelo TCE-RO: decorre do disposto nos arts. 49, II, e 52, “a”, da CE c/c os arts. 71, II, e 75 da CF, devendo para tanto serem encaminhadas eletronicamente, via SIGAP, em atendimento ao disposto no art. 13 da IN nº 13/2004/TCE-RO c/c o teor da IN nº 72/2020/TCE-RO. Já as prestações de contas dos Chefes dos Poderes Legislativo Estadual, Judiciário Estadual, Tribunal de Contas Estadual e o Ministério Público Estadual, bem como das Unidades Gestoras do Poder Executivo e dos Fundos Estaduais, devem observar os mesmos procedimentos já descritos alhures, contudo a obrigatoriedade de envio provém do art. 7º, III, da IN nº 13/2004/TCE-RO c/c o teor da IN nº 72/2020/TCE-RO;
- Processos de prestações de contas dos Gestores dos Fundos Municipais, que serão julgadas pelo TCE-RO: decorre do disposto nos arts. 49, I, e 52, “a”, da CE c/c os arts. 71, II, e 75 da CF, devendo para tanto serem encaminhadas eletronicamente, via SIGAP, em atendimento ao disposto no art. 14, II, da IN nº 13/2004/TCE-RO c/c o teor da IN nº 72/2020/TCE-RO;
- Processos de prestações de contas dos Gestores das Empresas Públicas, Sociedades de Economia Mistas e os Consórcios Públicos Intermunicipais e suas controladas municipais, que serão julgadas pelo TCE-RO: decorre do disposto nos termos dos arts. 49, I, e 52, “b”, da CE c/c os arts. 71, II, e 75 da CF, devendo para tanto serem encaminhadas eletronicamente, via SIGAP, em atendimento ao disposto no art. 16, III, da IN nº 13/2004/TCE-RO c/c o teor da IN nº 72/2020/TCE-RO. Por outro lado, as prestações de contas dos Gestores das Empresas Públicas, Sociedades de Economia Mistas e suas controladas estaduais observarão os mesmos procedimentos anteriormente comentados, porém a obrigatoriedade do seu encaminhamento decorre do art. 10, III, da IN nº 13/2004/TCE-RO c/c o teor da IN nº 72/2020/TCE-RO;
- Processos de prestações de contas dos Gestores das Autarquias e Fundações Públicas Municipais, que serão julgadas pelo TCE-RO: decorre do disposto nos arts. 49, I, e 52, “a”, da CE c/c os arts. 71, II, e

75 da CF, devendo para tanto serem encaminhadas eletronicamente, via SIGAP, em atendimento ao disposto no art. 15, III, da IN nº 13/2004/TCE-RO c/c o teor da IN nº 72/2020/TCE-RO. Já as prestações de contas dos Gestores das Autarquias e Fundações Públicas Estaduais observarão os mesmos procedimentos supramencionados, no entanto a obrigatoriedade do seu encaminhamento advém do art. 9º, III, da IN nº 13/2004/TCE-RO c/c o teor da IN nº 72/2020/TCE-RO;

- Processos de Gestão Fiscal de competência, na esfera estadual, dos Poderes Executivo, Legislativo e Judiciário, do Ministério Público e do Tribunal de Contas e, na esfera municipal, dos Poderes Executivo e Legislativo: envolve o Relatório Resumido da Execução Orçamentária (periodicidade bimestral) e o Relatório de Gestão Fiscal (periodicidade quadrimestral ou semestral), em decorrência da competência estabelecida no art. 59 da LRF, para tanto tais processos deverão ser encaminhadas eletronicamente, via SIGAP, em atendimento ao disposto na IN nº 72/2020/TCE-RO c/c o teor da Resolução nº 173/2014/TCE-RO;
- Processos de projeções das receitas, integrantes das propostas orçamentárias anuais das administrações diretas e indireta do Estado e dos Municípios de Rondônia: toda documentação pertinente deverá ser encaminhada eletronicamente, via SIGAP, segundo critérios estabelecidos na IN nº 57/2017/TCE-RO.

### 7.3 PERCEPÇÃO DOS SERVIDORES QUANTO A ADERÊNCIA DA TECNOLOGIA *BLOCKCHAIN* AOS PROCESSOS DO TCE-RO

Após o levantamento das normas que tratam sobre a obrigatoriedade de encaminhamento dos documentos que compõem os grupos de processos selecionados, foram aplicados os *frameworks* do TCU (2019) e de PECK (2017) durante a realização do *workshop* sobre *blockchain*, ocorrido no dia 1.12.2021, através de formulários *on line* (*google forms*), com vista a coletar a percepção dos servidores daquela Corte de Contas Estadual sobre a possibilidade ou não de utilização da tecnologia *blockchain*, cujos resultados obtidos são evidenciados nos

quadros abaixo:

QUADRO 7 - Atividade 1 referente a aplicação do *framework* do TCU (2019).

| <b>Grupos Processos</b> | <b>Total de Formulários Respondidos</b> | <b>Alto Potencial de uso da <i>blockchain</i></b> | <b>%</b>     |
|-------------------------|---|---|--------------|
| Atos de Pessoal         | 3                                       | 1   | 33,33        |
| Licitações e Contratos  | 5                                       | 2   | 40,00        |
| Prestação de Contas     | 4                                       | 3   | 75,00        |
| Gestão Fiscal           | 6                                       | 4   | 66,67        |
| Projeção de Receitas    | 4                                       | 2   | 50,00        |
| <b>TOTAL</b>            | <b>22</b>                               | <b>12</b>   | <b>54,55</b> |

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

QUADRO 8 - Atividade 2 referente a aplicação do *framework* de PECK (2017).

| <b>Grupos Processos</b> | <b>Total de Formulários Respondidos</b> | <b><i>Blockchain Privada</i> Permissionada</b> | <b>%</b>     |
|-------------------------|---|--|--------------|
| Atos de Pessoal         | 4                                       | 2  | 50,00        |
| Licitações e Contratos  | 4                                       | 3  | 75,00        |
| Prestação de Contas     | 4                                       | 3  | 75,00        |
| Gestão Fiscal           | 4                                       | 4  | 100,00       |
| Projeção de Receitas    | 5                                       | 4  | 80,00        |
| <b>TOTAL</b>            | <b>21</b>                               | <b>16</b>                                      | <b>76,19</b> |

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

QUADRO 9 - Resultados consolidados das atividades 1 e 2.

| <b>Grupos Processos</b> | <b>Total de Respostas</b> | <b>Alto potencial de uso de uma <i>blockchain</i> privada e permissionada</b> | <b>%</b>     |
|-------------------------|---------------------------|---|--------------|
| Atos de Pessoal         | 7                         | 3   | 42,86        |
| Licitações e Contratos  | 9                         | 5   | 55,56        |
| Prestação de Contas     | 8                         | 6   | 75,00        |
| Gestão Fiscal           | 10                        | 8   | 80,00        |
| Projeção de Receitas    | 9                         | 6   | 66,67        |
| <b>TOTAL</b>            | <b>43</b>                 | <b>28</b>   | <b>65,12</b> |

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Pode-se extrair dos quadros acima que:

- a) Na percepção dos servidores do TCE-RO a tecnologia *blockchain* não seria indicada para o grupo relativo aos Atos de Pessoal (42,86%);
- b) O grupo relativo à Gestão fiscal obteve forte indicação de que poderia se beneficiar do uso da tecnologia *blockchain* (80,00%);
- c) No tocante a tecnologia *blockchain*, as respostas sugerem que poderia ser na forma privada e permissionada (76,19%);

d) Nenhum dos respondentes apontaram a existência de cenário que indicasse a utilização de uma *blockchain* pública.

Segundo Simões *et al.* (2021), apesar das complexidades, a tecnologia *blockchain* oferece grande potencial de aperfeiçoamento das análises técnicas, relatórios fiscalizatórios e processos de auditoria. Com o uso desta tecnologia, o auditor pode ter acesso a dados praticamente em tempo real, viabilizando a obtenção de informações necessárias aos procedimentos e manifestações realizados pelos órgãos de controle externo.

Além disso, faz-se necessário o aprimoramento das normas regulamentares que disciplinam a apresentação e análise dos documentos e processos que devem ser encaminhados obrigatoriamente ao TCE-RO e que estejam propensos a se submeterem ao inovador emprego da tecnologia *blockchain*, entre outras soluções de tecnologia de informação e comunicação alinhadas àquela.

Como fatores de riscos, segundo o TCU (2019), podem ser resumidos nos seguintes pontos de observância e controle:

- Ainda existem poucos profissionais com habilidades e conhecimento sobre *DLT/Blockchain*, o que pode ser resolvido com investimentos em capacitação da equipe de TI ou a contratação de prestação de serviços de desenvolvimento dessa tecnologia;
- Adoção da tecnologia *blockchain* por modismo, entusiasmo tecnológico ou em substituição ao serviço centralizado em uso e com custo controlado, o que requer uma boa avaliação do problema que se quer resolver e os riscos envolvidos no uso dessa tecnologia para justificar o seu uso à sociedade, mensurando assim o impacto para o negócio da instituição e para o cidadão. Neste caso, a utilização do Canvas<sup>4</sup> pode auxiliar os gestores nesse processo de avaliação;
- Ausência de interoperabilidade entre plataformas *blockchains*, o que significa dizer que os dados existentes em uma plataforma não são intercambiáveis entre outros tipos de plataformas *blockchain*, o que dificulta

---

<sup>4</sup> O *Business Model Canvas* é uma metodologia amplamente adotada na construção de soluções inovadoras e que permite desenvolver e esboçar modelos de negócio novos ou existentes em uma única página. (fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Quadro\\_de\\_modelo\\_de\\_neg%C3%B3cios](https://pt.wikipedia.org/wiki/Quadro_de_modelo_de_neg%C3%B3cios). Acesso em: 21.06.21.

sobremaneira a colaboração entre instituições ou órgãos que usam diferentes *blockchain* em suas aplicações;

- A tecnologia *blockchain* ainda está amadurecendo nas organizações públicas brasileiras, portanto, é aconselhável que sejam desenvolvidas e implantadas soluções com essa tecnologia de forma experimental e com evolução contínua e gradual;
- Necessidade de desenvolvimento de modelo de governança colaborativa, no qual as decisões do projeto são tomadas por um consórcio de entidades. A liderança desse consórcio deve definir, dentre outras questões relevantes, as responsabilidades entre os diferentes níveis de participantes na rede, quais os critérios de decisão em relação a modificações e melhorias da rede, bem como definir se o mecanismo de governança a ser adotado será interno (*on-chain*) ou externo (*off-chain*) à rede *blockchain*.

Por outro lado, considerando que a tecnologia *blockchain* ainda está amadurecendo nas organizações públicas e devido à complexidade da tecnologia supracitada, é aconselhável que seja inicialmente realizada uma boa avaliação do problema que se quer resolver e identificado quais os riscos e os custos envolvidos para justificar o seu uso à sociedade, mensurando, assim, o impacto para o negócio da instituição e para o cidadão.

Em resumo, no processo de adoção da tecnologia *blockchain*, os riscos devem ser observados e tratados, tornando-se imprescindível o estudo minucioso da melhor forma de utilização dessa inovação tecnológica por parte das Cortes de Contas brasileiras, inclusive, valendo-se de experimentação estruturada (projeto-piloto) em escala reduzida, com intuito de testar hipóteses e acelerar o aprendizado, sem olvidar dos investimentos necessários em capacitação da equipe de TI.

## 8 PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO NO TCE-RO

Neste tópico serão apresentadas algumas considerações relacionadas a implantação da tecnologia *blockchain* no TCE-RO, tomando-se por base os processos que tramitam naquela Corte de Contas e a percepção dos servidores quanto a aderência dos mesmos àquela tecnologia inovadora, conforme apurado durante o *workshop* realizado no dia 1.12.2021.

Não é por demais ressaltar que a tecnologia *blockchain* tem sido apontada como uma das maiores transformações econômicas, sociais e técnicas nas últimas duas décadas, devido em grande parte a sua capacidade de gerar confiança de forma distribuída e descentralizada.

Contudo, por ser uma tecnologia em rápida evolução e que agrega diversas outras tecnologias, são poucos profissionais da área de tecnologia de informação que dominam todas as suas complexidades. Para contornar essa situação, faz-se necessária a realização de investimentos constantes em capacitação da equipe que for reunida para se dedicar ao tema e/ou à celebração de termos de cooperação com outras instituições públicas e/ou privadas, objetivando o compartilhamento de experiências, conhecimentos e soluções tecnológicas e/ou a contratação de especialistas para darem suporte no desenvolvimento e na implantação de projetos nessa área.

A seguir, apresentam-se os principais passos para implantação da *blockchain*:

### **a) Identificando uma aplicação**

Como primeiro passo natural tem-se a identificar a aplicação, ou seja, nessa fase deverá ser identificado quais processos podem se beneficiar da *blockchain*. Por meio do presente trabalho de pesquisa foram apresentados e aplicados os *frameworks* do TCU (2019) e de PECK (2017), através dos quais foi possível identificar forte indicação de aderência aos processos de Gestão Fiscal em uma rede *blockchain* privada e permissionada.

### **b) Desenvolvendo uma prova de conceito (*Proof of Concept*)**

Depois de ter sido identificado como a tecnologia *blockchain* pode beneficiar a organização, passa-se ao desenvolvimento de uma prova de conceito, a qual auxiliará os gestores na avaliação do potencial prático e da viabilidade técnica quanto ao desenvolvimento e implantação. Nessa fase, devem observar os seguintes passos:

- **Construção Teórica:** Conjunto de diretrizes que explicam o parâmetro do projeto *blockchain*;
- **Protótipo:** Um protótipo que contém código, arquitetura, design e fluxograma;
- **MVP** (*Minimum Viable Product* – produto mínimo viável, tradução livre): Corresponde a uma versão mais básica de um produto que pode ser lançada com menor custo possível.

Durante o desenvolvimento da prova de conceito, é imperativo identificar o resultado que o TCE-RO deseja alcançar ou um problema que precisa ser resolvido utilizando a tecnologia *blockchain*.

### **c) Selecionando uma plataforma *blockchain***

Deve-se selecionar uma plataforma que esteja dentro das limitações orçamentárias e que tenha um histórico concreto de ser eficaz de acordo com o tipo de *blockchain* escolhido.

Segundo Braga, Marino e Dos Santos (2017), atualmente é possível desenvolver aplicações *blockchain* utilizando-se de plataformas livres, com código aberto, ou proprietárias, porém, predomina as de código aberto. Como exemplo podem ser citadas:

- *Blockchain* públicas com rede de acesso aberto, tais como: o Bitcoin e a Ethereum;
- *Blockchain* privadas com redes de acesso restrito, tais como: a Ripple e a Hyperledger.

### **d) Construindo e testando uma *blockchain***

A melhor coisa é desenvolver um projeto piloto. Comece testando algumas aplicações principais da *blockchain*. Explore, teste e analise os resultados e implemente a *blockchain* em uma escala menor, antes de ampliá-la.

Um ponto chave nessa fase é a construção de *smart contracts* (contratos inteligentes). Eles permitem que as pessoas transfiram informações/dados importantes sem exigir uma central de terceiros para a sua validação. Isso permite que o processo de transferência seja automatizado e garante que as partes atendam todas as regras do contrato.

Por outro lado, é necessário que se busque a integração de sistemas que estejam sendo utilizados pela organização por meio de API's (*Application Programming Interface* – interface de programação de aplicativos, tradução livre), ou seja, através de um conjunto de rotinas e padrões de programação que permitam a conexão de sistemas, softwares e aplicativos. Tal prática contribui para a flexibilidade na implantação da nova tecnologia. Pois, se não houver essa integração, corre-se o risco de a tecnologia permanecer estranha aos usuários.

Visando ainda auxiliar na avaliação dos possíveis impactos e limitações da implantação da tecnologia *blockchain* no âmbito do TCE-RO utilizou-se da Matriz SWOT e do Modelo de Negócios Canvas (*Business Model Canvas*), a seguir detalhados:

### **Análise da Matriz SWOT**

A Matriz SWOT, criada por Kenneth Andrews e Roland Christensen, é uma técnica comumente utilizada para avaliar cenários de negócios, através da qual é possível analisar os ambientes internos e externos de uma organização ou setor (JÚNIOR; ASRILHANT, 2021). A sigla SWOT decorre dos seguintes fatores:

- **Ambiente interno (fatores controláveis):**
  - a) Forças (*Strengths*): diferencial e/ou vantagem competitiva da tecnologia/organização;
  - b) Fraquezas (*Weaknesses*): limitações e/ou ineficiências que podem comprometer o desempenho da tecnologia/organização;
- **Ambiente externo (fatores incontrolláveis):**

- a) Oportunidades (*Opportunities*): situações que podem trazer benefícios para a tecnologia/organização;
- b) Ameaças (*Threats*): situações que podem prejudicar o desempenho da tecnologia/organização.

Encontra-se no Apêndice A – Matriz SWOT uma análise inicial relacionada a tecnologia *blockchain*, considerando o plano estratégico 2016-2020 do TCE-RO (TCE-RO, 2016).

Na correlação de **forças x oportunidades** observam-se possibilidades de alavancagem dos fatores de sucesso na implantação da tecnologia *blockchain*. Assim, devido a autonomia administrativa, orçamentária e financeira do TCE-RO podem ser firmadas parcerias com outros órgãos públicos e/ou privados para intercâmbio de conhecimentos e soluções tecnológicas em *blockchain*. Além disso, devido às características inerentes a supracitada tecnologia (confiabilidade, integridade, imutabilidade, auditabilidade, transparência e segurança da informação), a sua utilização pode fortalecer a cultura de controle e de confiança da sociedade nas ações do TCE-RO, a automação dos processos, a celeridade das análises técnicas e o compartilhamento dos dados, em tempo real e de forma atualizada, entre as diferentes entidades/órgãos que integram as Administrações Públicas Estadual e Municipais de Rondônia.

Já numa correlação de **forças x ameaças** constatam-se possibilidades de mitigação dos riscos através de investimentos em capacitação/treinamento dos servidores e gestores públicos, contribuindo dessa forma para a elevação do nível de conhecimento sobre a tecnologia em comento. Por outro lado, o desenvolvimento de API's propicia maior interoperabilidade da *blockchain* com os sistemas internos existentes. E com o fortalecimento da governança pública entre os órgãos/entidades que vierem a integrar a rede *blockchain* poderá ser reduzido as deficiências na transparência à sociedade dos atos públicos dos jurisdicionados e do próprio TCE-RO.

Por meio da correlação entre **fraquezas x oportunidades** verificam-se situações em que as oportunidades podem não ser aproveitadas devido às fraquezas. Assim, devido a poucos servidores e gestores públicos terem conhecimentos sobre a tecnologia *blockchain* pode-se deixar de explorar e inovar essa solução tecnológica para tornar mais célere e segura a tramitação e análise de processos, o que fortaleceria a cultura de controle e de confiança da sociedade nas ações do TCE-RO.

Por outro lado, em face daquela tecnologia ainda está amadurecendo no âmbito do setor público pode-se encontrar dificuldades no desenvolvimento de um modelo de governança colaborativa para a gestão da rede.

Finalizando, na correlação entre **fraquezas** x **ameaças** verifica-se a potencialização das ameaças pelos pontos fracos. Nesse sentido, devido ao fato de que existem poucos servidores e gestores públicos que conheçam/dominem as complexidades da tecnologia *blockchain* pode ocorrer maior resistência na sua utilização. Além disso, a ausência de norma regulamentadora dos parâmetros mínimos para implantação e utilização da supracitada tecnologia contribui para a falta de padronização da arquitetura da rede.

### **Modelo de Negócios Canvas (*Business Model Canvas*)**

O Modelo de Negócios Canvas, conforme adaptação apresentada por Barbosa, Aleixo e Mesquita (2019), apresenta um fluxo para construção e validação de hipóteses e fatores necessários à aplicação integral e funcional da tecnologia *blockchain* no setor público.

Encontra-se no Apêndice B o Modelo de Negócio Canvas preenchido com base na estrutura proposta pelos autores supracitados. Ressalta-se que deve ser observada a ordem sequencial e lógica dos itens para o atingimento dos fins almejados:

1. **Ativo:** foi considerado como ponto de partida o grupo de processos de Gestão Fiscal, por ser este o que atingiu maior percentual de aderência na percepção dos servidores que participaram do workshop realizado no TCE-RO sobre *blockchain*;
2. **Partes interessadas:** devem ser incluídas todas as partes que integrarão de forma direta e indireta à rede *blockchain* do TCE-RO, quais sejam: TCE-RO, órgãos e entidades da Administração Direta e Indireta dos Poderes Públicos Estadual e Municipais de Rondônia e a sociedade em geral. No entanto, em um primeiro momento, tendo em vista a necessidade de realizar testes de conceitos/aplicações, através de um projeto-piloto, para fins de aprendizado organizacional, sugere-se que seja desenvolvida uma rede *blockchain* tendo como participantes os Poderes Públicos Estadual

(Executivo, Legislativo e Judiciário), o Tribunal de Contas Estadual, o Ministério Público Estadual e a Defensoria Pública Estadual de Rondônia;

3. **Governança:** como principais ganhos econômicos com a aplicação da tecnologia em epígrafe quanto a segurança, escalabilidade e descentralização pode-se citar a redução de custos financeiros e de tempo de trabalho dos servidores públicos envolvidos na atividade rotineira de recebimento e registro de documentos e maior celeridade e transparência nas análises de documentos e processos autuados no âmbito do TCE-RO;
4. **Tecnologias adicionais:** como tecnologias acessórias para o melhor funcionamento da aplicação *blockchain*, os profissionais de TI devem ter domínio de criptografia, certificação digital, inteligência artificial, banco de dados descentralizado (P2P), algoritmos, funções *hash*, *smart contracts*, linguagens de programação (C++, Java, Solidity ou Python), aplicações em multicamadas de segurança (transações, contas de usuários, operação, rede de nós e governança), *firewall*, aplicações em nuvem e tecnologias da *web* (HTML5, CSS3, Javascript e outros);
5. **Requisitos de segurança:** deve-se utilizar dos recursos de segurança para garantir o funcionamento da *blockchain* através da criptografia, certificação digital, funções *hash*, *smart contracts*, aplicações em nuvem, aplicações em multicamadas de segurança (transações, contas de usuários, operação, rede de nós e governança), *firewall* e aplicações em nuvem;
6. **Requisitos de escalabilidade:** desenvolvimento de API's para garantir a interoperabilidade com os sistemas internos existentes, aplicações em nuvem e tecnologias da *web* (HTML5, CSS3, Javascript e outros);
7. **Requisitos de governança:** necessidade de desenvolvimento de modelo de governança colaborativa, no qual as decisões são tomadas por um consórcio de entidades participantes da rede *blockchain*, bem como definição dos parâmetros de consenso e das regras de validação das informações/dados;
8. **Fatores de custo:** os principais custos estarão relacionados com a formação da equipe de trabalho necessária ao desenvolvimento e manutenção da rede *blockchain* (diárias, ajuda de custo e remuneração), infraestrutura tecnológica e de *internet*, contratação de empresa e/ou de

especialista para auxiliar no desenvolvimento de aplicações na *blockchain*, treinamento e capacitação dos servidores e gestores públicos, visitas técnicas a outros órgãos e entidades parceiras (passagens aérea e/ou terrestre);

9. **Fatores de receita:** o benefício financeiro obtém-se inicialmente com a economia nos gastos com mão-de-obra alocada nas atividades rotineiras de recebimento, registro e armazenamento de documentos encaminhados ao TCE-RO, que poderão ser inclusive direcionadas posteriormente para outras atividades de maior relevância e necessidade administrativa, outros ganhos decorrem da maior transparência das ações de controle prestados à sociedade, economia de tempo e segurança no recebimento de informações dos órgãos/entidades jurisdicionadas e de maior celeridade nas análises técnicas e atividades fiscalizatórias.

## 9 ENTREGÁVEL DE ACORDO COM OS PRODUTOS DO TCC

Considerando os produtos válidos pelo PROFNIT para serem entregues juntamente com esta dissertação, foram elaborados os seguintes:

- 1) Matriz SWOT (FOFA): encontra-se no Apêndice A;
- 2) Diagrama do modelo de negócio CANVAS: encontra-se no Apêndice B;
- 3) 2 artigos, um já publicado (Revista de Cadernos de Prospecção/UFBA – Qualis B2) e outro aceito para publicação prevista para o mês de outubro/2022 (Revista de Cadernos de Prospecção/UFBA – Qualis B2), em co-autoria com os professores orientador e co-orientador: encontra-se no Apêndice C;
- 4) Material didático dirigido a um público específico sobre Transferência de Tecnologia para Inovação Tecnológica: corresponde a uma cartilha, em formato eletrônico, sobre a tecnologia *blockchain*, destacando a importância, riscos e benefícios da sua implantação pelo Tribunal de Contas do Estado de Rondônia, dessa forma, contribuindo para a disseminação de informação: encontra-se no Apêndice D.

## 10 CONCLUSÃO

Conforme discutido ao longo deste trabalho, o uso da tecnologia *blockchain* pelo setor público se mostra bastante promissora haja vista a possibilidade de tornarem os serviços mais eficientes, econômicos, seguros, transparentes e confiáveis, sendo um relevante instrumento indutor da inovação e transformação digital dos governos.

Observa-se, ainda, que o uso da tecnologia em epígrafe pode contribuir para aumentar o acesso, a transparência e a segurança da informação, bem como a confiança, controle, qualidade e capacidade preditiva dos dados, facilitando, assim, os trabalhos de auditorias realizadas pelos órgãos de controle externo da Administração Pública, gerando, ainda, maior eficiência, controle contra fraudes/corrupção e governança na gestão do setor público.

Além disso, é importante destacar que o compartilhamento de dados entre entidades e órgãos da Administração Pública, Direta e Indireta, das esferas Municipais e Estadual de Rondônia e a sua consequente disponibilização à sociedade, de forma geral, atenderá aos princípios da publicidade e eficiência, prescritos no art. 37, caput, da CF, e da transparência, conforme prescreve a Lei de Acesso à Informação (LAI – Lei Federal nº 12.527/2011).

Ressalta-se, ainda, por meio de pesquisas nos sites e ouvidorias dos 33 (trinta e três) Tribunais de Contas do Brasil, que (I) apenas o Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro (TCE-RJ) informou que desenvolveu e implantou um sistema com a tecnologia *blockchain*, para uso interno daquela Corte de Contas; (II) o Tribunal de contas da União (TCU) realizou trabalho de levantamento do uso da *blockchain* nos órgãos da Administração Pública Federal, que redundou no Acórdão nº 1613/2020-Plenário; e (III) os demais Tribunais de Contas não informaram o desenvolvimento de nenhuma ação específica relacionada à tecnologia *blockchain*.

Já quanto a aderência da tecnologia *blockchain* aos processos que tramitam no âmbito do TCE-RO, procedeu-se a aplicação dos *frameworks* propostos pelo TCU (2019) e por Peck (2017), durante o *workshop* realizado naquela Corte de Contas Estadual, no mês de dezembro de 2021, ocasião em que se apurou, através da coleta da percepção dos servidores participantes daquele evento, que a tecnologia *blockchain* não seria indicada para o grupo de Atos de Pessoal, já o grupo da Gestão

fiscal obteve forte indicação de que poderia se beneficiar do uso daquela tecnologia, a rede *blockchain* indicada foi na forma privada e permissionada e, por fim, nenhum dos respondentes apontaram a existência de cenário que sugerisse a utilização de uma *blockchain* pública.

Dessa forma, acredita-se que com a tecnologia *blockchain* será possível o compartilhamento dos dados, em tempo real, entre as diferentes entidades e órgãos autônomos que integram a Administração Pública, nos respectivos níveis de governo (municipal, estadual e federal), o que permite a conferência, a validação, a consolidação e a transparência das informações, além de facilitar o trabalho de fiscalização institucional e social.

Recomenda-se que sejam promovidas ações/atividades de capacitação da equipe de Tecnologia da Informação com vista a identificar oportunidades de inovação que propiciem melhorias nos processos de trabalho, inclusive com desenvolvimento e aplicabilidade de projetos pilotos, de forma experimental, a exemplo do que vem realizando o Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro, para a coleta de informações decorrentes da aplicação prática e desenvolver a expertise dos servidores envolvidos.

## 11 PERSPECTIVAS FUTURAS

A partir da visão geral fornecida por este estudo, espera-se contribuir para a promoção do debate sobre a aplicabilidade da tecnologia *blockchain* nos processos analisados pelos órgãos de controle externo, com garantias de autenticidade, de confidencialidade e de integridade das informações prestadas pelos entes jurisdicionados.

Ressalta-se que o uso da *blockchain* não implica, necessariamente, em abandonar as práticas e suportes usualmente empregados. Há a possibilidade de mesclar diversas outras tecnologias que já estejam sendo utilizadas, o que reforça que a *blockchain* não veio para substituí-las, obrigatoriamente, mas sim aperfeiçoá-las em outros aspectos, mesmo porque nem todos os processos autuados e analisados no âmbito do TCE-RO serão adequados para a utilização dessa tecnologia.

Por outro lado, quando do desenvolvimento e aplicabilidade da tecnologia *blockchain* pelo TCE-RO podem ser buscadas parcerias com outras instituições públicas e/ou privadas, inclusive, por meio da implantação de projetos-piloto, onde os riscos e incertezas serão estudados e mitigados, contribuindo dessa forma para o aprendizado organizacional.

Além disso, deve-se desenvolver estudos para adequação normativa e de recursos tecnológicos visando o aproveitamento de todo o potencial da *blockchain*, por meio do aumento do controle social e institucional sobre a arrecadação e dispêndios de recursos públicos, da transparência e do combate à corrupção.

## REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, L. T. de; RODRIGUES, E. A. S.; LIMA, D. V. de; NUNES, A.. **Uso da tecnologia *Blockchain* como instrumento de governança eletrônica no setor público**. In: II Congresso Internacional de Contabilidade Pública, Lisboa, 2019. Disponível em: [https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/34651/1/EVENTO\\_UsoTecnologiaBlockchain.pdf](https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/34651/1/EVENTO_UsoTecnologiaBlockchain.pdf). Acesso em: 16 nov. 2022.
- ARAÚJO, G. S. G. de; SANTOS, K. de F.. Evolução da tecnologia *smart contracts* pela perspectiva dos indicadores de patentes. **Cadernos de Prospecção** – Salvador, v. 12, nº 5, p. 1363-1373, dezembro, 2019. Disponível em: <https://portalseer.ufba.br/index.php/nit/article/view/32932/20674>. Acesso em: 19 nov. 2021.
- BARBOSA, A.; ALEIXO, G.; MESQUITA, L.. (Coord.). **Relatório *blockchain* para aplicações de interesse público**. Instituto de Tecnologia & Sociedade do Rio. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://itsrio.org/pt/publicacoes/blockchain-para-aplicacoes-de-interesse-publico/>. Acesso em: 19 nov. 2021.
- BRAGA, A. M.; MARINO, F. C. H.; DOS SANTOS, R. R.. Segurança de aplicações *blockchain* além das criptomoedas. **Sociedade Brasileira de Computação**, 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/327894518\\_Seguranca\\_de\\_Aplicacoes\\_Blockchain\\_Alem\\_das\\_Criptomoedas](https://www.researchgate.net/publication/327894518_Seguranca_de_Aplicacoes_Blockchain_Alem_das_Criptomoedas). Acesso em: 19 nov. 2021.
- BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Presidência da República, [2021]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicaocompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm). Acesso em: 19 mai. 2021.
- BRASIL. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. **Lei de Licitações e Contratos da Administração Pública**, Brasília, DF, junº 1993. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l8666cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8666cons.htm). Acesso: 19 mai. 2021.
- BRASIL. Lei nº 10.520, de 17 de julho de 2002. **Lei do Pregão**, Brasília, DF, jul. 2002. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2002/l10520.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10520.htm). Acesso: 19 mai. 2021.
- BRASIL. Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011. **Lei de Acesso à informação**, Brasília, DF, nov. 2011. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2011/lei/l12527.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12527.htm). Acesso: 19 mai. 2021.
- BRITO, S. L. da C.; JÚNIOR, J. C.; TELES, E. O.. Prospecção de Uso da Tecnologia *Blockchain*: uma análise a partir de documentos de pedidos patentes. **Cadernos de Prospecção** - Salvador, v. 13, nº 4, p. 1220-1234, setembro, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/view/29280>. Acesso em: 04 abr. 2021.

CARVALHO, L. R.. **Tecnologia *Blockchain* e as suas possíveis aplicações no processo de comunicação científica**. Brasília: UNB, 2018. Disponível em: [https://bdm.unb.br/bitstream/10483/20896/1/2018\\_LeonardoRodriguesCarvalho\\_tcc.pdf](https://bdm.unb.br/bitstream/10483/20896/1/2018_LeonardoRodriguesCarvalho_tcc.pdf). Acesso em: 23 mai. 2021.

CONCEIÇÃO, A. F. da; ROCHA, V. M.; DE PAULA, R. F.. *Blockchain* e Aplicações em Saúde. **Sociedade Brasileira de Computação**, 2019. Disponível em: <file:///C:/Users/404/AppData/Local/Temp/29-Manuscrito%20de%20cap%C3%ADtulo-246-1-10-20190611.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2021.

ENCCLA. ***Blockchain* no setor público: Guia de conceitos e usos potenciais**. [Brasília, DF], 2020. Disponível em: <http://enccla.camara.leg.br/acoes/arquivos/resultados-enccla-2020/blockchain-no-setor-publico-guia-de-conceitos-e-usos-potenciais/view>. Acesso em: 22 mai. 2021.

FERREIRA, J. E.; PINTO, F. G. C.; DOS SANTOS, S. C.. Estudo de mapeamento sistemático sobre as tendências e desafios do *Blockchain*. **Gestão. Org**, v. 15, nº 6, p. 108-117, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/gestaoorg/article/view/231244>. Acesso em: 19 mai. 2021.

FILHO, J. R. F.; BRAGA, A. M.; LEAL, R. L. V.. **Tecnologia *Blockchain*: uma visão geral**. CPqD – Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações. Campinas, 2017. Disponível em: <https://www.cpqd.com.br/wp-content/uploads/2017/03/cpqd-whitepaper-blockchain-impresso.pdf>. Acesso em: 22 mai. 2021.

GOMES, V. J. F.; UCHOA, S. B. B.; SANTOS, T. F. da S.. Mapeamento tecnológico das patentes desenvolvidas a partir da tecnologia *Blockchain*: um cenário global. **Cadernos de Prospecção** – Salvador, v. 11, nº 4, p. 1166-1181, dezembro, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/view/27193>. Acesso em: 04 abr. 2021.

GREVE, F. *et al.* *Blockchain* e a Revolução do Consenso sob Demanda. **Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos (SBRC)-Minicursos**, 2018. Disponível em: <http://143.54.25.88/index.php/sbrccminicursos/article/view/1770/1743>. Acesso em: 07 jun. 2021.

IANSITI, M.; LAKHANI, K. R. The truth about *blockchain*. **Harvard Business Review**, [S.l.], v. 95, nº 1, p. 118-127, 2017. Disponível em: <https://hbr.org/2017/01/the-truth-about-blockchain>. Acesso em: 14 mai. 2021.

JÚNIOR, P. G. B.; ASRILHANT, B.. Análise do Mercado de Criptomoedas Sob o Enfoque da Matriz Swot/Analysis of the Crypto Currency Market Under the Swot Matrix Perspective. **Revista FSA (Centro Universitário Santo Agostinho)**, v. 18, nº 10, p. 44-67, 2021. Disponível em: <http://www4.unifsa.com.br/revista/index.php/fsa/article/view/2403>. Acesso em: 19 nov. 2021.

LEBRE, O. C. das N<sup>o</sup>; ANDRADE, E. R.; MIRANDA, M. R.. Prospecção tecnológica em bases de patentes sobre certificação digital e *blockchain*. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 15, n<sup>o</sup> 2, abril a junho, 2022, p. 588-603. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/view/42509>. Acesso em: 11 abr. 2022.

LESSAK, A. L.; DIAS, R. A.; FREY, I. A.. *Blockchain*: prospecção tecnológica em bases de patentes. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 11, n<sup>o</sup> 3, p. 876-887, setembro, 2018. Disponível em: <https://portalseer.ufba.br/index.php/nit/article/view/27006>. Acesso em: 19 mai. 2021.

MELO, J. F. D.. **Desenvolvimento de um Sistema para Emissão de Certificados em Blockchain**. 2019. Dissertação (Mestrado em Mestrado Profissional em Sistemas Aplicados a Engenharia e Gestão) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense. Disponível em: <https://portal1.iff.edu.br/pesquisa-e-inovacao/pos-graduacao-stricto-sensu/mestrado-profissional-em-sistemas-aplicados-a-engenharia-e-a-gestao/dissertacoes-defendidas/ingressantes-2017.1/desenvolvimento-de-um-sistema-para-emissao-de-certificados-baseado-em-blockchain>. Acesso em: 23 mai. 2021.

MOUTINHO, D. V.. **Contas dos governantes: apreciação das contas dos chefes de Poder Executivo pelos tribunais de contas do Brasil**. Editora Blucher, 2020. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=o-LyDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA39&dq=tribunais+de+contas+do+brasil&ots=PiNbuy5\\_9o&sig=Q7MRqcF2dDNi4cC57k1e4AjKEhQ#v=onepage&q=tribunais%20de%20contas%20do%20brasil&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=o-LyDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA39&dq=tribunais+de+contas+do+brasil&ots=PiNbuy5_9o&sig=Q7MRqcF2dDNi4cC57k1e4AjKEhQ#v=onepage&q=tribunais%20de%20contas%20do%20brasil&f=false). Acesso em: 04 jul. 2021.

NAKAMOTO, S.. **Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system**. 2008. Disponível em: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>. Acesso em: 14 mai. 2021.

OLIVEIRA, M. T. *et al.* Uma Avaliação de Desempenho de Cadeias de Blocos Privadas Permissionadas através de Cargas de Trabalho Realísticas. **Anais do XVIII Simpósio Brasileiro em Segurança da Informação e de Sistemas Computacionais**. SBC, 2018. p. 309-322. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbseg/article/view/4261/4192>. Acesso em: 22 mai. 2021.

OREIRO, J. L.. Origem, causas e impacto da crise. **Valor econômico**, v. 13, n<sup>o</sup> 09, 2011. Disponível em: [https://docs.google.com/document/d/1RHjBeSaJB3Cq3QhbmU5Cyf7WoDhLx2Qgliydk7ml\\_al/edit?pli=1](https://docs.google.com/document/d/1RHjBeSaJB3Cq3QhbmU5Cyf7WoDhLx2Qgliydk7ml_al/edit?pli=1). Acesso em 07 jul. 2021.

PECK, M. E. *Blockchain world-Do you need a blockchain?* This chart will tell you if the technology can solve your problem. **Espectro IEEE**, v. 54, n<sup>o</sup> 10, pág. 38-60, 2017. Disponível em: <https://spectrum.ieee.org/computing/networks/do-you-need-a-blockchain>. Acesso em: 24 mai. 2021.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico-2<sup>a</sup> Edição**. Novo Hamburgo: Universidade Feevale, 2013. Disponível em:

<https://www.feevale.br/Comum/midias/0163c988-1f5d-496f-b118-a6e009a7a2f9/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>. Acesso em: 24 mai. 2021.

ROBICHEZ, G. *et al.* **Blockchain para governos e serviços públicos**. Rio de Janeiro: PUC, 2019. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Paulo-Henrique-Alves-2/publication/331651536\\_Blockchain\\_para\\_Governo\\_e\\_Servicos\\_Publicos/links/5c86e704458515b59e452f93/Blockchain-para-Governo-e-Servicos-Publicos.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Paulo-Henrique-Alves-2/publication/331651536_Blockchain_para_Governo_e_Servicos_Publicos/links/5c86e704458515b59e452f93/Blockchain-para-Governo-e-Servicos-Publicos.pdf). Acesso em: 16 fev. 2022.

RONDÔNIA. [Constituição (1989)]. **Constituição do Estado de Rondônia**. Atualizada até a Emenda Constitucional nº 144/2021. Rondônia: Assembleia Legislativa Estadual, [2021]. Disponível em: [https://www.al.ro.leg.br/institucional/constituicao-do-estado-de-rondonia/CE1989\\_EC144.pdf](https://www.al.ro.leg.br/institucional/constituicao-do-estado-de-rondonia/CE1989_EC144.pdf). Acesso em: 19 mai. 2021.

SIMÕES, M. P. de A. *et al.*. Benefícios do uso da tecnologia *Blockchain* como instrumento para a auditoria contábil. **Revista Ambiente Contábil - Universidade Federal do Rio Grande do Norte-ISSN 2176-9036**, v. 13, nº 1, p. 39-53, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/ambiente/article/view/19535/13641>. Acesso em: 07 junº 2021.

TCE-RO. **Instrução Normativa nº 13/TCER-2004**. 18 de novembro de 2004. Disponível em: <http://www.tce.ro.gov.br/tribunal/legislacao/arquivos/InstNorm-13-2004.pdf>. Acesso em: 19 mai. 2021.

TCE-RO. **Instrução Normativa nº 25/TCER-2009**. 16 de julho de 2009. Disponível em: <http://www.tce.ro.gov.br/tribunal/legislacao/arquivos/InstNorm-25-2009.pdf>. Acesso em: 19 mai. 2021.

TCE-RO. **Instrução Normativa nº 41/2014/TCE-RO**. 30 de abril de 2014. Disponível em: <http://www.tce.ro.gov.br/tribunal/legislacao/arquivos/InstNorm-41-2014.pdf>. Acesso em: 19 mai. 2021.

TCE-RO. **Instrução Normativa nº 50/2017/TCE-RO**. 06 de fevereiro de 2017. Disponível em: <http://www.tce.ro.gov.br/tribunal/legislacao/arquivos/InstNorm-50-2017.pdf>. Acesso em: 19 mai. 2021.

TCE-RO. **Instrução Normativa nº 57/2017/TCE-RO**. 14 de agosto de 2017. Disponível em: <http://www.tce.ro.gov.br/tribunal/legislacao/arquivos/InstNorm-57-2017.pdf>. Acesso em: 19 mai. 2021.

TCE-RO. **Instrução Normativa nº 65/2019/TCE-RO**. 27 de maio de 2019. Disponível em: <http://www.tce.ro.gov.br/tribunal/legislacao/arquivos/InstNorm-65-2019.pdf>. Acesso em: 19 mai. 2021.

TCE-RO. **Instrução Normativa nº 72/2020/TCE-RO**. 19 de outubro de 2020. Disponível em: <http://www.tce.ro.gov.br/tribunal/legislacao/arquivos/InstNorm-72-2020.pdf>. Acesso em: 19 mai. 2021.

TCE-RO. **Lei Complementar Estadual nº 154/96**. 26 de julho de 1996. Disponível em: <http://www.tce.ro.gov.br/tribunal/legislacao/arquivos/LeiOrg-154-1996.pdf>. Acesso em: 19 mai. 2021.

TCE-RO. **Plano estratégico: rumo a excelência: 2016-2020**. Porto Velho: TCE-RO, 2016. Disponível em: <http://www.tce.ro.gov.br/wp-content/uploads/2016/07/PE-TCE-RO-2016-2020-FINAL.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2021.

TCE-RO. **Resolução nº 173/2014/TCE-RO**. 18 de dezembro de 2014. Disponível em: <http://www.tce.ro.gov.br/tribunal/legislacao/arquivos/Res-173-2014.pdf>. Acesso em: 19 mai. 2021.

TCE-RO. **Resolução Administrativa nº 005/TCER-96**. 13 de dezembro de 1996. Disponível em: <http://www.tce.ro.gov.br/tribunal/legislacao/arquivos/RegInterno-5-1996.pdf>. Acesso em: 19 mai. 2021.

TCU. **Relatório de levantamento da tecnologia *blockchain***. TC 031.044/2019-9. Relator Ministro Aroldo Cedraz. Brasília, 2019. Disponível em: <https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/#/documento/processo/031.044%252F2019-0/%2520DTAUTUACAOORDENACAO%2520desc%252C%2520NUMEROCOMZEROS%2520desc/0/%2520?uuid=ce034160-bbc6-11ea-ad32-519ab286dea0>. Acesso em: 22 mai. 2021.

TREVISAN, K.. **Quebra do banco Lehman Brothers completa 10 anos, relembre a crise de 2008**. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/2018/09/15/quebra-do-banco-lehman-brothers-completa-10-anos-relembre-a-crise-de-2008.ghtml>. Acesso em 22 junº 2021.

## APÊNDICE A – Matriz FOFA (SWOT<sup>5</sup>)

### FATORES INTERNOS DA ORGANIZAÇÃO

| FRAQUEZAS (-) |  |
|---------------|--|
| 1             | Elevada burocracia e padronização inconstante dos procedimentos (TCE)  |
| 2             | Quadro de pessoal reduzido (TCE)   |
| 3             | Baixa aderência dos servidores aos objetivos do Plano Estratégico (TCE)  |
| 4             | Gestão inadequada das fiscalizações e auditorias (TCE)   |
| 5             | Poucos servidores e gestores públicos têm conhecimento sobre a tecnologia <i>blockchain</i> (B)  |
| 6             | A tecnologia <i>blockchain</i> ainda está amadurecendo nas organizações públicas brasileiras (B)   |
| 7             | A arquitetura da <i>blockchain</i> não é padronizada, posto que podem ser escritos em diversas linguagens de codificação e possuem diferentes protocolos de consenso, o que dificulta a conexão e integração com outras redes (B). |

### FATORES EXTERNOS DA ORGANIZAÇÃO

| AMEAÇAS (-) |  |
|-------------|--|
| 1           | Deficiência na transparência dos atos dos jurisdicionados e do próprio TCE-RO à sociedade (TCE)                                |
| 2           | Possível redução do orçamento (TCE)  |
| 3           | Possibilidade de alteração da legislação, reduzindo ou extinguindo a atuação do Tribunal de Contas (TCE)                       |
| 4           | Baixo nível de conhecimento dos servidores e gestores públicos sobre a tecnologia <i>blockchain</i> (B)                        |
| 5           | Resistência à utilização da tecnologia <i>blockchain</i> por parte dos servidores públicos (B)                                 |
| 6           | Ausência norma legal que regulamente a implantação e utilização da tecnologia <i>blockchain</i> no âmbito do setor público (B) |
| 7           | Incapacidade de interoperabilidade com os sistemas internos existentes (B)   |

### FORÇAS (+)

|   |  |
|---|--|
| 1 | Capacitação continuada do servidor (TCE)   |
| 2 | Infraestrutura tecnológica moderna (TCE)   |
| 3 | Autonomia administrativa, orçamentária e financeira (TCE)  |
| 4 | Quadro técnico comprometido e qualificado (TCE)  |
| 5 | Confiabilidade, integridade, imutabilidade, auditabilidade, transparência e segurança da informação (B)  |
| 6 | Redução significativa de procedimentos manuais e de custos das operações (B)   |
| 7 | Atendimento à Lei de Acesso à Informação (Lei Federal nº 12.527/11) e aos princípios constitucionais da publicidade e eficiência (art. 37, CF) (B) |
| 8 | Fortalecimento da governança pública (B)   |

### OPORTUNIDADES (+)

|   |  |
|---|--|
| 1 | Alteração da legislação favorecendo a atuação do Controle Externo (TCE)  |
| 2 | Inovação e aprimoramento da tecnologia que possibilite atuação mais célere do Tribunal de Contas (TCE)   |
| 3 | Fortalecimento da cultura de controle e da confiança da sociedade nas ações do TCE-RO (TCE)  |
| 4 | Maior apoio por parte dos jurisdicionados quanto à estruturação e gestão do sistema de controle interno (TCE)  |
| 5 | Automatização dos processos e análises técnicas (B)  |
| 6 | Parcerias com outros órgãos públicos e/ou privados que estejam desenvolvendo projetos com a tecnologia <i>blockchain</i> (B)                         |
| 7 | Possibilidade de compartilhamento dos dados entre as diferentes entidades e órgãos que integram as Administrações Públicas Estadual e Municipais (B) |
| 8 | Necessidade de desenvolvimento de modelo de governança colaborativa, no qual as  |

<sup>5</sup> SWOT é a sigla dos termos ingleses *Strengths* (Forças), *Weaknesses* (Fraquezas), *Opportunities* (Oportunidades) e *Threats* (Ameaças) que é uma técnica de planejamento estratégico. (fonte: [https://pt.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lise\\_SWOT](https://pt.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lise_SWOT). Acesso em: 28 fev. 2022).

|  |  |  |   |
|--|--|--|---|
|  |  |  | decisões do projeto são tomadas por um consórcio de entidades participantes da rede <i>blockchain</i> (B) |
|--|--|--|---|

Fonte: Elaborado pelo autor (2021) com base no Plano Estratégico do TCE-RO – 2016-2020 (TCE-RO, 2016).

Legenda: (TCE) = Tribunal de Contas do Estado de Rondônia;

(B) = Tecnologia *blockchain*.

### APÊNDICE B – Modelo de Negócios Canvas<sup>6</sup>

| 7. Requisitos de Governança   | 6. Requisitos de Escalabilidade  | 1. Ativo  | 3. Governança  | 2. Partes Interessadas  |
|---|--|---|--|---|
| <p>Todos os recursos-chave ao funcionamento do serviço como e o quanto cada um deve ser protegido.<br/>Ex: necessidade de desenvolvimento de modelo de governança colaborativa, no qual as decisões são tomadas por um consórcio de entidades participantes da rede <i>blockchain</i>, bem como definição dos parâmetros de consenso e das regras de validação das informações/dados.</p> | <p>Todas as atividades-chave ao funcionamento do serviço, bem como a escala que se espera dele.<br/>Ex: Desenvolvimento de API's para garantir a interoperabilidade com os sistemas internos existentes, aplicações em nuvem e tecnologias da <i>web</i> (HTML5, CSS3, Javascript e outros).</p> | <p>Um ou mais registros em sua <i>blockchain</i> ou contrato inteligente estão buscando operacionalizar.<br/>Ex.: Aplicação no grupo de processos de Gestão Fiscal, por meio de uma rede <i>blockchain</i> privada e permissionada.</p> | <p>Trata-se dos incentivos econômicos que assegurem o funcionamento da <i>blockchain</i> de modo a corresponder às expectativas necessárias para a aplicação quanto a segurança, escalabilidade e descentralização.<br/>Ex: Redução de custos financeiros e de tempo de trabalho dos servidores públicos envolvidos na atividade rotineira de recebimento e registro de documentos e maior celeridade e transparência nas análises de documentos e processos autuados no âmbito do TCE-RO.</p> | <p>Todos os agentes que farão parte da rede direta ou indiretamente. Compreende tanto as partes que se integram à manutenção da base de dados em si, quanto quem deve ter acesso parcial ou integral aos dados da <i>blockchain</i>.<br/>Ex: TCE-RO, órgãos e entidades da Administração Direta e Indireta dos Poderes Públicos Estadual e Municipais de Rondônia e a sociedade em geral.</p> |
|   | <p><b>5. Requisitos de Segurança</b></p>   |   | <p><b>4. Tecnologias Adicionais</b></p>  |   |

<sup>6</sup> O *Business Model Canvas*, mais conhecido como Canvas, é uma ferramenta de planejamento estratégico, que permite desenvolver e esboçar modelos de negócio novos ou existentes. (fonte: <https://www.sebraepr.com.br/canvas-como-estruturar-seu-modelo-de-negocios/>. Acesso em: 28 fev. 2022).

|  |  |  |   |   |
|--|--|--|---|---|
|  | <p>Todos os recursos-chave ao funcionamento do serviço como e o quanto cada um deve ser protegido.</p> <p>Ex: Criptografia, certificação digital, funções <i>hash</i>, árvore de Merkle, <i>smart contracts</i>, aplicações em nuvem, aplicações em multicamadas de segurança (transações, contas de usuários, operação, rede de nós e governança), <i>firewall</i> e aplicações em nuvem.</p> |  | <p>Tecnologias acessórias para o funcionamento da aplicação (como eventualmente internet das coisas ou inteligência artificial até recursos imprescindíveis como mecanismos de identidade digital e outros).</p> <p>Ex: Criptografia, certificação digital, inteligência artificial, banco de dados descentralizado (P2P), algoritmos, funções <i>hash</i>, árvore de Merkle, <i>smart contracts</i>, linguagens de programação (C++, Java, Solidity ou Python), aplicações em multicamadas de segurança (transações, contas de usuários, operação, rede de nós e governança), <i>firewall</i>, aplicações em nuvem e tecnologias da <i>web</i> (HTML5, CSS3, Javascript e outros).</p> | <p>Num primeiro momento, tendo em vista a necessidade de realizar testes de conceitos/aplicações, através de um projeto-piloto, para fins de aprendizado organizacional, seria elaborado uma rede <i>blockchain</i> tendo como participantes os Poderes Públicos Estadual (Executivo, Legislativo e Judiciário), o Tribunal de Contas, o Ministério Público Estadual e a Defensoria Pública Estadual de Rondônia.</p> |
| <b>8. Fatores de Custo</b>   |  | <b>9. Fatores de Receita</b>   |   |   |
| <p>Todos os principais custos que têm peso no financeiro e são derivados da construção e/ou da manutenção da aplicação.</p> <p>Ex: Formação da equipe de trabalho necessária ao desenvolvimento e manutenção da rede <i>blockchain</i> (diárias, ajuda de custo e remuneração), infraestrutura tecnológica e de <i>internet</i>, contratação de empresa e/ou de especialista para auxiliar no desenvolvimento de aplicações na <i>blockchain</i>, treinamento e capacitação dos servidores e gestores públicos, visitas técnicas a outros órgãos e entidades parceiras (passagens aérea e/ou terrestre).</p> |  | <p>Todas as principais economias ou novas receitas consequentes da adoção da aplicação.</p> <p>Ex: Economia nos gastos com mão-de-obra alocada nas atividades rotineiras de recebimento, registro e armazenamento de documentos encaminhados ao TCE-RO, que poderão ser inclusive direcionadas posteriormente para outras atividades de maior relevância e necessidade administrativa, outros ganhos decorrem da maior transparência das ações de controle prestados à sociedade, economia de tempo e segurança no recebimento de informações dos órgãos/entidades jurisdicionadas e de maior celeridade nas análises técnicas e atividades fiscalizatórias.</p> |   |   |

Fonte: Elaborado pelo autor (2021) com base no Modelo Canvas para aplicações *blockchain* apresentado pelo Instituto de Tecnologia & Sociedade do Rio. Relatório *Blockchain* para aplicações de interesse público. Disponível em: <https://itsrio.org/wp-content/uploads/2019/03/Relat%C3%B3rio-ITS-GE-Blockchain-vFinal.pdf>. Acesso em: 04 fev. 2022 (*apud* TCU, 2019).

## APÊNDICE C – Artigos submetidos ou publicados

DOI: <http://dx.doi/10.9771/cp.v13i2.42509>

### Prospecção Tecnológica em Bases de Patentes Sobre Certificação Digital e *Blockchain*

*Technological Prospecting in Patents Bases About Digital Certification  
and Blockchain*

Oscar Carlos das Neves Lebre<sup>1</sup>

Ewerton Rodrigues Andrade<sup>2</sup>

Márcio Rodrigues Miranda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, Porto Velho, RO, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, RO, Brasil

#### Resumo

A preocupação da sociedade quanto à segurança digital é fundamental em qualquer situação legal, a exemplo da posse e veracidade de um ativo formalmente certificado. Nesse contexto, este artigo evidencia a prospecção de patentes sobre certificação digital e *blockchain*, posto que a união dessas tecnologias abre possibilidades para tomarem mais seguras e econômicas as transações. A pesquisa foi realizada na base de dados FamPat do Orbit Intelligence a partir de janeiro de 2009 até março de 2021. Foram encontradas 2.984 famílias de patentes. Constatou-se que houve expressivo aumento de depósito de patentes a partir de 2012. Os principais domínios tecnológicos são na área de engenharia elétrica, tendo maior concentração de famílias de patentes nas subclasses C06Q, H04L e C06F. A China lidera em depósito de patentes, sendo a empresa Tencent Technology Shenzhen (China), líder mundial em número de patentes. Li Maocai é o inventor com mais patentes depositadas.

Palavras-chave: *Blockchain*. Certificação Digital. Patente.

#### Abstract

Society's concern about digital security is fundamental in any legal situation, such as the possession and veracity of a formally certified asset. In this context, this article highlights the prospecting of patents on digital certification and blockchain, since the combination of these technologies opens possibilities to make transactions safer and more economical. The research was carried out in the Orbit Intelligence FamPat database from January 2009 until March 2021. 2,984 patent families were found. It was found that there was a significant increase in the filing of patents from 2012. The main technological domains are in the area of electrical engineering, with a greater concentration of patent families in subclasses C06Q, H04L, and C06F. China leads the way in patent filings, with Tencent Technology Shenzhen (China) being the world leader in number of patents. Li Maocai is the inventor with the most patents filed.

Keywords: *Blockchain*. Digital Certification. Patent.

Área Tecnológica: Tecnologia da Informação. Inovação. Patente.



Direito autorial e licença de uso: Este artigo está licenciado sob uma Licença Creative Commons. Com esta licença você pode compartilhar, adaptar, para qualquer fim, desde que atribua a autoria da obra, forneça um link para a licença, e indicar as fontes feitas alterações.

Artigo recebido em: 28/11/2020  
Revisado em: 12/04/2021  
Aprovado em: 28/01/2022

Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/view/42509>.

## A TECNOLOGIA *BLOCKCHAIN* NOS TRIBUNAIS DE CONTAS DO BRASIL

### RESUMO

O objetivo deste trabalho é verificar a existência de aplicações em desenvolvimento ou já implementadas que utilizem a tecnologia *blockchain* nos Tribunais de Contas do Brasil. O universo pesquisado corresponde as 33 unidades de controle externo brasileiras. A pesquisa é de natureza exploratória, descritiva e documental. Os resultados foram obtidos por meio de consultas nos *sites* dos Tribunais de Contas, utilizando-se o termo “*blockchain*”, completando-as por meio de abertura de demandas junto às respectivas ouvidorias. Constatou-se que (I) apenas o Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro (TCE-RJ) informou que desenvolveu e implementou um sistema com tecnologia *blockchain* para uso interno; (II) o Tribunal de Contas da União (TCU) realizou um levantamento do uso da tecnologia *blockchain* na Administração Pública Federal, que resultou no Acórdão nº 1613/2020-Plenário; (III) os demais Tribunais de Contas não informaram o desenvolvimento de nenhuma ação específica relacionada à tecnologia *blockchain*.

Palavras-chave: Tribunal de Contas; Controle Externo; *Blockchain*.

## THE *BLOCKCHAIN* TECHNOLOGY IN THE BRAZILIAN COURTS OF ACCOUNTS

### ABSTRACT

The objective of this work is to verify the existence of applications under development or already implemented that use *blockchain* technology in the Brazilian Courts of Accounts. The researched universe corresponds to the 33 Brazilian external control units. The research is exploratory, descriptive and documentary. The results were obtained through consultations on the *websites* of the Courts of Accounts, using the term “*blockchain*”, completing it by opening demands with the respective ombudsman<sup>o</sup>. It was found that (I) only the Court of Accounts of the State of Rio de Janeiro (TCE-RJ) reported that it had developed and implemented a system with *blockchain* technology for internal use; (II) the Federal Accounts Court (TCU) carried out a survey of the use of *blockchain* technology in the Federal Public Administration, which resulted in Judgment nº 1613/2020-Plenary; (III) the Accounts Courts did not report the development of any specific action related to *blockchain* technology.

Keywords: Court of Accounts; External Control; *Blockchain*.

Área Tecnológica: Administração Pública. Tecnologia da Informação. Inovação.

### INTRODUÇÃO

Em 2008, o mundo passou por uma grave crise financeira oriunda de eventos no mercado bancário americano, proveniente da falta de liquidez dos valores de imóveis, os quais eram utilizados como garantias de empréstimos, denominados de *subprime* (crédito de segunda linha), resultando numa onda de calotes e na falência do maior banco de investimento norte-americano, o Lehman Brothers (TREVISAN, 2018).

A credibilidade no mercado financeiro e bancário ficou seriamente comprometida, tendo como consequências as recessões econômicas, o aumento do desemprego e a decretação de falência de inúmeras empresas em todo o mundo (OREIRO, 2011).

Naquele cenário de grande instabilidade econômica e de incredibilidade nos mecanismos e gestores do mercado de capitais foi publicado, no final de 2008, um artigo intitulado *Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system* (*Bitcoin*: um sistema de dinheiro eletrônico ponto a ponto, tradução livre), correspondente a uma tecnologia de registro de informação que se vale de uma rede descentralizada para gerar consenso entre seus participantes acerca das informações armazenadas e das que se pretende armazenar, o que reduz significativamente a burocracia e o custo das transações (GOMES; UCHOA; SANTOS, 2018; LESSAK; DIAS; FREY, 2018; BRITO; JÚNIOR; TELES, 2020).

Para viabilizar esse novo conceito de dinheiro eletrônico, Satoshi Nakamoto (pseudônimo adotado pelo autor) utilizou a tecnologia *blockchain*, que funciona como uma espécie de livro-razão público e distribuído, de forma que esse registro seja confiável e imutável.

Inicialmente, essa tecnologia foi utilizada para servir como um sistema monetário virtual, sem uma autoridade central para controlar e confirmar as transações que nela fossem realizadas (NAKAMOTO, 2008), contudo, ela tem sido utilizada em diversos tipos de negócios nos quais sejam necessários registrar, confirmar e transferir qualquer tipo de contrato ou propriedade (FERREIRA; PINTO; DOS SANTOS, 2017).

A tecnologia *blockchain* surgiu junto à tecnologia *bitcoin*<sup>o</sup>. Trata-se de uma base de dados em constante atualização e que contém o registro de todas as transações realizadas de forma descentralizada após a sua validação pelos integrantes da rede. Em termos contábeis, corresponde a um livro-razão. Todas as informações da rede *blockchain* são públicas, criptografadas e preservadas em milhões de computadores pessoais e em *data warehouses* (depósitos de dados).

Diversos conceitos reunidos, tais como criptografia, redes *peer-to-peer* (P2P), funções e ponteiros *hash*, imutabilidade, entre outros, fazem com que a tecnologia *blockchain* seja considerada uma tecnologia inovadora, devido a sua capacidade de realização de operações sem a gestão ou autorização de terceiros, o que se traduz em aplicações descentralizadas em diversos setores da economia, especialmente os relacionados aos serviços públicos (GREVE *et al.*, 2018; TCU, 2019).

Neste contexto, verifica-se que a tecnologia *blockchain* pode contribuir com o aumento do acesso, transparência e segurança da informação, bem como da confiança, controle, qualidade e capacidade preditiva dos dados, facilitando os trabalhos de auditorias realizadas pelos órgãos de controle externo da Administração Pública, gerando maior eficiência e controle contra fraudes/corrupção e governança na gestão do setor público.

Apesar dos inúmeros benefícios inerentes a tecnologia supramencionada, vale destacar que ela sozinha não resolve todos os problemas relacionados à auditoria contábil, daí a necessidade de entender e discutir às suas características e peculiaridades para melhor aplicá-la, principalmente, com a finalidade de garantir maior eficiência e controle dos gastos públicos.

Assim, o presente trabalho tem por objetivo verificar a existência de aplicações em desenvolvimento ou já implementadas que utilizem a tecnologia *blockchain* nos Tribunais de Contas do Brasil, uma vez que esta pode ser utilizada para aumentar a

segurança, transparência e autenticidade dos dados e informações utilizadas e analisadas pelos órgãos de controle externo e posteriormente prestadas a toda sociedade.

## METODOLOGIA

Este trabalho trata-se de uma pesquisa exploratória com vista a propiciar um outro enfoque para o assunto (PRODANOV; FREITAS, 2013). Para se atingir o objetivo proposto foi realizado o levantamento bibliográfico (artigos científicos, teses, dissertações, trabalhos de conclusão de cursos, normas legais, textos publicados na *internet* e livros) sobre a tecnologia *blockchain* e pesquisas em *sites* dos Tribunais de Contas do Brasil (33 unidades), com a intenção de identificar a existência de aplicações em desenvolvimento ou já implementadas que utilizassem a tecnologia *blockchain*.

Os dados coletados nas pesquisas são descritivos, retratando o maior número possível de elementos existentes na realidade estudada.

Foram realizadas pesquisas nos *sites* e respectivas ouvidorias dos 33 (trinta e três) Tribunais de Contas do Brasil, relacionados no Quadro 1, para verificar a existência naquelas unidades de controle externo de alguma aplicação em desenvolvimento ou já implementada que utilizasse a tecnologia *blockchain*, tendo como parâmetro de consulta o termo “*blockchain*”:

Quadro 1 - Relação dos *sites* dos Tribunais de Contas do Brasil.

| TRIBUNAIS   | SITE  |
|---|---|
| Tribunal de Contas da União – TCU                             | <a href="https://portal.tcu.gov.br/inicio/">https://portal.tcu.gov.br/inicio/</a> |
| Tribunal de Contas Estadual do Acre - TCE-AC                  | <a href="http://www.tce.ac.gov.br">www.tce.ac.gov.br</a>                          |
| Tribunal de Contas Estadual de Alagoas - TCE-AL               | <a href="http://www.tceal.tc.br">www.tceal.tc.br</a>                              |
| Tribunal de Contas Estadual do Amazonas - TCE-AM              | <a href="http://www2.tce.am.gov.br">www2.tce.am.gov.br</a>                        |
| Tribunal de Contas Estadual do Amapá - TCE-AP                 | <a href="http://www.tce.ap.gov.br">www.tce.ap.gov.br</a>                          |
| Tribunal de Contas Estadual da Bahia - TCE-BA                 | <a href="http://www.tce.ba.gov.br">www.tce.ba.gov.br</a>                          |
| Tribunal de Contas Estadual dos Municípios da Bahia - TCEM-BA | <a href="http://www.tcm.ba.gov.br">www.tcm.ba.gov.br</a>                          |
| Tribunal de Contas Estadual do Ceará - TCE-CE                 | <a href="http://www.tce.ce.gov.br">www.tce.ce.gov.br</a>                          |
| Tribunal de Contas do Distrito Federal - TC-DF                | <a href="http://www2.tc.df.gov.br">www2.tc.df.gov.br</a>                          |
| Tribunal de Contas Estadual do Espírito Santo - TCE-ES        | <a href="http://www.tcees.tc.br">www.tcees.tc.br</a>                              |
| Tribunal de Contas Estadual de Goiás - TCE-GO                 | <a href="https://portal.tce.go.gov.br/">https://portal.tce.go.gov.br/</a>         |
| Tribunal de Contas Estadual dos Municípios de Goiás - TCEM-GO | <a href="http://www.tcmgo.tc.br">www.tcmgo.tc.br</a>                              |
| Tribunal de Contas Estadual do Maranhão - TCE-MA              | <a href="https://site.tce.ma.gov.br/">https://site.tce.ma.gov.br/</a>             |
| Tribunal de Contas Estadual do Mato Grosso - TCE-MT           | <a href="http://www.tce.mt.gov.br">www.tce.mt.gov.br</a>                          |
| Tribunal de Contas Estadual do Mato Grosso do Sul - TCE-MS    | <a href="http://www.tce.ms.gov.br">www.tce.ms.gov.br</a>                          |
| Tribunal de Contas Estadual de Minas Gerais - TCE-MG          | <a href="http://www.tce.mg.gov.br">www.tce.mg.gov.br</a>                          |
| Tribunal de Contas Estadual do Pará - TCE-PA                  | <a href="http://www.tce.pa.gov.br">www.tce.pa.gov.br</a>                          |
| Tribunal de Contas Estadual dos Municípios do Pará - TCEM-PA  | <a href="http://www.tcm.pa.gov.br">www.tcm.pa.gov.br</a>                          |
| Tribunal de Contas Estadual da Paraíba - TCE-PB               | <a href="https://tce.pb.gov.br/">https://tce.pb.gov.br/</a>                       |
| Tribunal de Contas Estadual do Paraná - TCE-PR                | <a href="http://www.tce.pr.gov.br">www.tce.pr.gov.br</a>                          |
| Tribunal de Contas Estadual de Pernambuco - TCE-PE            | <a href="http://www.tce.pe.gov.br">www.tce.pe.gov.br</a>                          |
| Tribunal de Contas Estadual do Piauí - TCE-PI                 | <a href="http://www.tce.pi.gov.br">www.tce.pi.gov.br</a>                          |
| Tribunal de Contas Estadual do Rio de Janeiro - TCE-RJ        | <a href="http://www.tcerj.tc.br">www.tcerj.tc.br</a>                              |
| Tribunal de Contas do Município do Rio de Janeiro - TCM-RJ    | <a href="http://www.tcm.rj.gov.br">www.tcm.rj.gov.br</a>                          |
| Tribunal de Contas Estadual do Rio Grande do Norte - TCE-RN   | <a href="http://www.tce.rn.gov.br">www.tce.rn.gov.br</a>                          |
| Tribunal de Contas Estadual do Rio Grande do Sul - TCE-RS     | <a href="http://www.tce.rs.gov.br">www.tce.rs.gov.br</a>                          |
| Tribunal de Contas Estadual de Rondônia - TCE-RO              | <a href="http://www.tce.ro.gov.br">www.tce.ro.gov.br</a>                          |
| Tribunal de Contas Estadual de Roraima - TCE-RR               | <a href="http://www.tce.rr.leg.br">www.tce.rr.leg.br</a>                          |
| Tribunal de Contas Estadual de Santa Catarina - TCE-SC        | <a href="http://www.tcesc.tc.br">www.tcesc.tc.br</a>                              |
| Tribunal de Contas Estadual de São Paulo - TCE-SP             | <a href="http://www.tce.sp.gov.br">www.tce.sp.gov.br</a>                          |

|   |   |
|---|---|
| Tribunal de Contas do Município de São Paulo - TCM-SP | <a href="https://portal.tcm.sp.gov.br">https://portal.tcm.sp.gov.br</a> |
| Tribunal de Contas Estadual de Sergipe - TCE-SE       | <a href="http://www.tce.se.gov.br">www.tce.se.gov.br</a>                |
| Tribunal de Contas Estadual de Tocantins - TCE-TO     | <a href="http://www.tce.to.gov.br">www.tce.to.gov.br</a>                |

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2021).

Complementarmente, foi utilizado o Sistema Eletrônico de Informações ao Cidadão (e-SIC) junto às ouvidorias de cada um dos Tribunais de Contas do Brasil para confirmar formalmente a existência de aplicações em desenvolvimento ou já implementadas que utilizassem a tecnologia *blockchain*. Essas consultas ocorreram no período de março a junho de 2021.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os órgãos de controle externo no Brasil são representados pelos 33 (trinta e três) Tribunais de Contas (27 Estaduais, 2 Municipais, 3 Tribunais Estaduais dos Municípios e o TCU), os quais recebem, periodicamente e de forma permanente, diversos tipos de documentos, sendo que alguns deles, por determinação legal, devem ser autuados e submetidos à análise técnica para julgamento ou apreciação pelos membros das respectivas Cortes de Contas (MOUTINHO, 2020).

Muitos desses documentos exigem a participação de servidores públicos para conferi-los e validá-los e posteriormente serem encaminhados à análise técnica. Por se tratar de um processo manual e realizado por seres humanos, despende-se muito tempo com conferências e validações, existindo também o risco de falhas no recebimento. A isto, soma-se o fato de que os servidores devem possuir conhecimentos específicos da área administrativa para uma avaliação prévia, buscando verificar se o documento preenche os requisitos técnico-legais para o seu correto recebimento e direcionamento interno.

Desta forma, é possível conjecturar que existe um grande risco de desperdício de recursos com servidores para a realização desse tipo de atividade rotineira, bem como com a atualização de assinatura digital dos gestores e demais servidores que são obrigados legalmente a enviarem periodicamente documentos e informações aos Tribunais de Contas, além do trabalho gerado pela confirmação e/ou complementação de informações que não tenham sido encaminhadas ou que tenham sido recebidas de forma incompleta.

A este fato, soma-se a desconfiança quanto à autenticidade e veracidade dos documentos e informações enviadas e quanto aos servidores que os enviou, além da demora em disponibilizar os processos para análises técnicas e para divulgação à sociedade. Como consequência há a possibilidade de ocorrerem atrasos nos julgamentos e apreciações dos processos.

Assim, considerando as características da tecnologia e o cenário descrito anteriormente, a tecnologia *blockchain* surge como uma possibilidade de atuação mais célere dos Tribunais de Contas, fortalecendo a cultura de controle da Administração Pública e de confiança nas ações desenvolvidas pelos órgãos de controle externo, haja vista as suas características disruptivas de distribuição, integridade, auditabilidade, rastreabilidade e transparência dos dados apresentados pelos jurisdicionados às Cortes de Contas e à sociedade, além dos ganhos de escala, por meio da confecção de um sistema automático de recebimento e validação de informações, através da execução de regras de consenso estabelecidas e programadas nos *smart contracts* (contratos inteligentes), com a ampliação das

camadas de funções que rodam em paralelo a outras aplicações, reduzindo assim os custos de desenvolvimento e manutenção.

Também vale destacar que a utilização da tecnologia *blockchain* possibilita o atendimento a Lei de Acesso à Informação (Lei Federal nº 12.527/11), devido à garantia de autenticidade, confidencialidade e integridade das informações que são disponibilizadas pelos participantes da rede.

Outro impacto importante está relacionado ao compartilhamento dos dados entre as diferentes entidades e órgãos que integram a Administração Pública, nos respectivos níveis de governo (municipal, estadual ou federal), o que facilita a conferência, validação e consolidação das informações adicionadas a tecnologia *blockchain*.

Ressalta-se, ainda, que a aplicabilidade da tecnologia em comento faz com que diferentes *stakeholders* (partes interessadas) encaminhem informações e documentos sem a necessidade de uma autoridade central para conferência e validação dos mesmos, uma vez que sendo devidamente implementada, o controle passa a ser realizado por todos os usuários da rede de forma descentralizada, através da execução automática de *smart contracts* (contratos inteligentes), mediante a definição prévia das regras que serão obedecidas por todos os participantes.

Vale ressaltar que o *smart contract* (contrato inteligente) é um protocolo de computador autoexecutável criado com a popularização das criptomoedas e seu objetivo visa facilitar e reforçar a negociação ou desempenho de um contrato, proporcionando confiabilidade em transações *online*. A automação inteligente de contratos reduz custos e riscos de erros, mitiga riscos de fraude e, potencialmente, otimiza muitos processos de negócios. As informações inseridas no acordo realizam ações que são executadas automaticamente a partir das condições estabelecidas previamente e sem o risco de fraudes e alterações. Isso só é possível porque o *smart contract* (contrato inteligente) é imutável e inviolável. O fundamento dos contratos inteligentes foi proposto pela primeira vez por Nick Szabo – jurista e criptografista – em 1994 (ARAÚJO; SANTOS, 2019; CONCEIÇÃO; ROCHA; DE PAULA, 2019), sendo que essa tecnologia passou a ser explorada de forma patentária a partir de 2015, apresentando-se mais como uma inovação no modelo de gestão de negócios das empresas do que somente uma tecnologia computacional (ARAÚJO; SANTOS, 2019).

Quanto ao critério de inovação, a aplicabilidade da tecnologia *blockchain* contribui para a melhoria do serviço público, pois esta solução tecnológica tem o potencial de virtualizar e autenticar os documentos, removendo intermediários (empresas fornecedoras de certificação digital e servidores públicos) e reduzindo o tempo necessário para o registro e acesso às informações encaminhadas pelos entes jurisdicionados aos Tribunais de Contas, tornando o processo de análise mais célere e econômico. Ressalta-se ainda que, devido à característica de replicação natural das informações e dados nos computadores dos participantes da rede *blockchain*, não se faz necessário uma estrutura de *backup* robusta, podendo assim ser utilizada por outras bases de dados e programas existentes nos órgãos/entidades públicos.

Pode-se resumir as principais características da tecnologia em comento da seguinte forma:

a) **Hipertransparência e auditabilidade:** Todo participante da rede tem acesso a todas as transações inseridas, o que propicia a rastreabilidade das operações a qualquer tempo;

b) **Distribuído e descentralizado:** Com o uso de uma rede *blockchain*, os dados são compartilhados em tempo real, estando assim disponíveis a todos os nós e usuários da rede;

c) **Desintermediação:** A existência de uma terceira parte confiável para resolver conflitos das transações não é mais necessária, devido os dados estarem distribuídos para todos os nós da rede de forma descentralizada;

d) **Disponibilidade:** Cada participante da rede *blockchain* têm uma cópia local sincronizada, o que significa dizer que o livro-razão pode ser acessado através de qualquer outro computador com acesso à rede;

e) **Imutabilidade e integridade:** A tecnologia *blockchain* utiliza técnicas criptográficas para proteger seus registros, incluindo funções de *hash*, ponteiros de *hash* e assinaturas digitais. Essa propriedade garante que a tecnologia *blockchain* seja um registro imutável, de forma que nenhum usuário é capaz de alterar dados passados sem resultar em um alerta à rede e todos os participantes da rede podem verificar a consistência dos dados de forma independente;

f) **Irrefutabilidade (ou irretratabilidade):** A tecnologia *blockchain* se vale do uso da criptografia de chaves públicas (ou assimétrica), que serve como uma base para a autenticação dos usuários da rede. Assim, um participante é capaz de realizar assinaturas digitais sobre as transações, servindo como uma prova inegável de que é o emissor de determinada mensagem (não repúdio).

No tocante à verificação junto aos *sites* e ouvidorias dos 33 (trinta e três) Tribunais de Contas do Brasil, foi identificado que somente o Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro (TCE-RJ) desenvolveu e implantou um sistema com a tecnologia *blockchain*, para uso interno daquela Corte de Contas Estadual, com vista a avaliação e aquisição de conhecimento técnico por parte das equipes de desenvolvimento de sistemas. O Quadro 2 evidencia um resumo dos resultados obtidos através das pesquisas nos *sites* e junto às ouvidorias das Cortes de Contas brasileiras a respeito da tecnologia *blockchain*:

Quadro 2 – Resumo dos resultados das pesquisas realizadas junto aos TC's do Brasil.

|           | PESQUISA NOS SITES INSTITUCIONAIS  | PESQUISA JUNTO OUVIDORIAS (E-SIC) |  |
|-----------|--|-----------------------------------|--|
| TRIBUNAIS | SITUAÇÃO ENCONTRADA  | DEMANDA                           | SITUAÇÃO RELATADA  |
| TCU       | Levantamento sobre a tecnologia <i>blockchain</i> – Acórdão 1613/2020 – Relator Minº Aroldo Cedraz – Proc. 031.044/2019-0. | 337456                            | Foi respondido que não há atualmente nenhum sistema ou projeto com uso de tecnologia <i>blockchain</i> no TCU. O que ocorreu foi um trabalho de levantamento do uso da tecnologia <i>blockchain</i> na Administração Pública Federal, que redundou no Acórdão nº 1613/2020-Plenário. |
| TCE-AC    | Nenhum resultado encontrado.   | 1616778834547                     | Foi respondido que o TCE-AC não tem nenhum aplicativo ou ferramenta que utilize a tecnologia <i>blockchain</i> .   |
| TCE-AL    | Nenhum resultado encontrado.   | 18.2021LAI                        | Foi respondido que o TCE-AL não tem nenhum aplicativo ou ferramenta que utilize a tecnologia <i>blockchain</i> .   |

|         |  |                      |   |
|---------|--|----------------------|---|
| TCE-AM  | Nenhum resultado encontrado.   | 210326903255:        | Foi respondido que o TCE-AM não faz uso da tecnologia <i>blockchain</i> .   |
| TCE-AP  | Nenhum resultado encontrado.   | 2021.0306000254      | Foi respondido que no TCE-AP, atualmente, os sistemas, tanto desenvolvidos internamente quanto pela Fábrica de Software Terceirizada, não utilizam a tecnologia <i>blockchain</i> . |
| TCE-BA  | Processos diversos encaminhados pelos jurisdicionados em que a tecnologia <i>blockchain</i> estava incluída.   | LTBCPDC72V           | Foi respondido que o TCE-BA não tem experiência com a implantação ou desenvolvimento de sistemas com o uso da tecnologia <i>blockchain</i> <sup>o</sup> .                           |
| TCEM-BA | Nenhum resultado encontrado.   | 2021032689753143106  | Foi respondido que o TCEM-BA não faz uso da tecnologia <i>blockchain</i> .  |
| TCE-CE  | Processos diversos encaminhados pelos jurisdicionados em que a tecnologia <i>blockchain</i> estava incluída e uma petição que solicita o posicionamento TCE/CE quanto a continuidade do desenvolvimento de projeto piloto com o uso da ferramenta de tecnologia <i>blockchain</i> , com investimentos da SESA e do BID no âmbito do Programa de Expansão e Melhoria da Assistência Especializada à Saúde no estado Ceará II (PROEXMAES II) (Proc. 02866/2021-5). | 202103916            | Foi respondido que o TCE-CE não utiliza a tecnologia <i>blockchain</i> em seus sistemas.  |
| TC-DF   | Processos diversos encaminhados pelos jurisdicionados em que a tecnologia <i>blockchain</i> estava incluída.   | 2021032852000011     | Foi respondido que o TC-DF não utiliza sistemas com a tecnologia <i>blockchain</i> .  |
| TCE-ES  | Nenhum resultado encontrado.   | 00075.000031/2021-20 | Foi respondido que aquela Corte de Contas não tem nenhuma solução desenvolvida utilizando a tecnologia <i>blockchain</i> e nada previsto nesse sentido até o presente momento.      |
| TCE-GO  | Notícia sobre artigo de autoria de Analista do TCE-GO, o qual propõe um app para a análise de orçamentos de obras com a tecnologia <i>blockchain</i> .   | 605                  | Foi respondido que o TCE-GO não possui soluções com tecnologia <i>Blockchain</i> implantada e também não há previsão de utilização desta tecnologia nessa Corte de Contas.          |
| TCEM-GO | Nenhum resultado encontrado.   | 6220                 | Foi respondido que o TCEM-GO não tem nenhum projeto que utilize a tecnologia <i>blockchain</i> .  |

|         |  |                |  |
|---------|--|----------------|--|
| TCE-MA  | Nenhum resultado encontrado.   | 2013/2021      | Foi respondido que o TCE-MA não implantou e nem desenvolveu aplicações que utilizem a tecnologia <i>blockchain</i> .   |
| TCE-MT  | Nenhum resultado encontrado.   | 0635/2021      | Foi respondido que o TCE-MT não utiliza a tecnologia <i>blockchain</i> em seus sistemas informatizados.  |
| TCE-MS  | Nenhum resultado encontrado.   | 112            | O TCE-MS respondeu que não atenderia à solicitação de informações sobre o objeto da pesquisa, pois as competências estabelecidas no art. 77 da Constituição Estadual não contemplam a consolidação de dados, denotando caso de impossibilidade de atendimento nos moldes do art. 14 da Lei Estadual nº 4.416/2013. |
| TCE-MG  | Publicação de artigos sobre a tecnologia <i>blockchain</i> na revista do TCE-MG.   | 3140321INT     | Foi respondido que o TCE-MG não tem sistemas implantados ou em desenvolvimento que utilizam a tecnologia <i>blockchain</i> .   |
| TCE-PA  | Nenhum resultado encontrado.   | 00117/2021     | Foi respondido que o TCE-PA não possui projetos que utilizam a tecnologia <i>blockchain</i> .  |
| TCEM-PA | Notícia sobre o lançamento pela Escola de Contas do TCE-RJ de prêmio Ministro Gama Filho – Edição 2019 que valoriza tecnologia para controle social ( <i>blockchain</i> , Big data, IA, Machine Learning, etc.). | 28032021004    | Foi respondido que o TCEM-PA ainda não utiliza a tecnologia <i>blockchain</i> .  |
| TCE-PB  | Notícia sobre a parceria do TCE-PB no evento Innovate H. Hackathon que aconteceu de 28 a 30.08.20.   | 00223/21-HAO87 | Foi respondido que o TCE-PB não tem sistemas implantados com essa pilha tecnológica, mas que estava em vias de acordo com Dataprev para obter algumas bases de dados que usam a tecnologia <i>blockchain</i> .   |
| TCE-PR  | Publicação de artigos sobre a tecnologia <i>blockchain</i> na Revista Âmbito Jurídico e notícia sobre termo de cooperação técnica do TCE-PR com o Governo do Estado do Paraná (Projeto Harpia).                  | 18911-0/21     | Foi respondido que no TCE-PR não há nenhum sistema em planejamento ou desenvolvimento que utilize a tecnologia <i>blockchain</i> .   |
| TCE-PE  | Nenhum resultado encontrado.   | 31845          | Foi respondido que o TCE-PE não tem sistemas implantados utilizando a tecnologia <i>blockchain</i> . No entanto, estavam em tratativas, bem iniciais, visando a utilização dos sistemas b-CPF e b-CNPJ (RFB e DATAPREV).   |

|        |  |                  |  |
|--------|--|------------------|--|
| TCE-PI | Notícia sobre acordo de cooperação firmado pelo Instituto Rui Barbosa (IRB) e as entidades de fiscalização brasileiras e argentina para a elaboração de agenda de trabalho visando o uso de novas tecnologias no combate à fraude e à corrupção na gestão pública ( <i>blockchain</i> , inteligência artificial e <i>big data</i> ). | 001115/2021      | Foi respondido que o TCE/PI não possui sistema implantado e nem em desenvolvimento que utilizem a tecnologia <i>blockchain</i> .   |
| TCE-RJ | Notícias sobre eventos em que o TCE-RJ participou e que abordaram o tema <i>blockchain</i> .   | 215.045.621.862  | Foi respondido que o TCE-RJ, por meio de sua Coordenadoria-Geral de Desenvolvimento de Sistemas - CDS, desenvolveu e implantou um sistema, para uso interno do TCE-RJ, com uso da tecnologia <i>blockchain</i> , para fins de avaliação da tecnologia e aquisição de expertise técnica por parte das equipes de desenvolvimento de sistemas. |
| TCM-RJ | Notícias sobre eventos em que o TCM-RJ participou e que abordaram o tema <i>blockchain</i> .   | 10.539           | Foi respondido que o TCM-RJ não dispõe de sistemas em produção ou em desenvolvimento que utilizem a tecnologia <i>blockchain</i> .   |
| TCE-RN | Nenhum resultado encontrado.   | 5907/2021        | Foi respondido que no TCE-RN não há sistemas em desenvolvimento que utilizem a tecnologia <i>blockchain</i> .  |
| TCE-RS | Nenhum resultado encontrado.   | 012042-0299/21-2 | Foi respondido que no TCE-RS não tem nada, até o presente momento, sendo desenvolvido utilizando a tecnologia <i>blockchain</i> .  |
| TCE-RO | Nenhum resultado encontrado.   | SICOUV-1691:     | Foi respondido que, após diligência junto ao Secretário da SETIC, o TCE-RO ainda não utiliza sistemas com a tecnologia em estudo. Afirmou que existe previsão para implantação no segundo semestre do corrente ano (2021), no entanto, não elencou qual seria o tipo de sistema.   |
| TCE-RR | Nenhum resultado encontrado.   | 1405/2021        | Foi respondido que o TCE-RR não utiliza tecnologia <i>blockchain</i> nos processos de desenvolvimento de sistemas.   |
| TCE-SC | Processos diversos encaminhados pelos jurisdicionados em que a tecnologia <i>blockchain</i> estava incluída.   | 474              | Foi respondido que o TCE-SC não tem sistemas implantados que utilizem a tecnologia <i>blockchain</i> .   |
| TCE-SP | Nenhum resultado encontrado.   | SIC000000131     | Foi respondido que o TCE-SP não tem nenhum sistema em produção ou desenvolvimento no DTI e nem na fiscalização   |

|        |   |                 |   |
|--------|---|-----------------|---|
|        |   |                 | que utilize a tecnologia de <i>blockchain</i> .   |
| TCM-SP | Processos diversos encaminhados pelos jurisdicionados em que a tecnologia <i>blockchain</i> estava incluída e notícias sobre eventos que abordam o tema <i>blockchain</i> . | TCM 005487/2021 | Foi respondido que o TCM-SP não utiliza a tecnologia <i>blockchain</i> .  |
| TCE-SE | Nenhum resultado encontrado.  | Por e-mail      | Foi respondido que o TCE-SE não utiliza a tecnologia <i>blockchain</i> .  |
| TCE-TO | Nenhum resultado encontrado.  | 217.142.868.082 | Foi respondido que o TCE-TO não utiliza em seus sistemas a tecnologia <i>blockchain</i> , visto a mesma ser relativamente nova. |

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2021).

Constatou-se que 12 Tribunais de Contas (TCE-BA, TCE-CE, TC-DF, TCE-GO, TCE-MG, TCEM-PA, TCE-PB, TCE-PR, TCE-PI, TCM-RJ, TCE-SC e TCM-SP) apresentaram “notícias” sobre processos encaminhados à corte, jurisprudência, artigos, cursos, eventos, aplicativos e sistemas de terceiros, contudo, tantos estes quanto os demais não informaram o desenvolvimento de nenhuma ação específica relacionada a tecnologia *blockchain*.

Verificou-se ainda que o Tribunal de Contas da União (TCU) realizou um trabalho de levantamento do uso da tecnologia *blockchain* nos órgãos da Administração Pública Federal, que redundou no Acórdão nº 1613/2020-Plenário. No supramencionado levantamento técnico foram identificadas diversas aplicações da tecnologia *blockchain* já implantadas em órgãos federais, conforme demonstrado no Quadro 3, o qual evidencia que esta tecnologia vem sendo utilizada como um importante instrumento para garantir maior transparência e controle dos gastos públicos:

Quadro 3 — Aplicações da tecnologia *blockchain* no setor público federal brasileiro.

| Aplicações/Setores  | Objetivo   | Aspecto Transformado   | Tipo de <i>blockchain</i> | Plataforma DLT   | Detalhamento da infraestrutura DLT  |
|---|--|--|---------------------------|--|---|
| <b>BCONNECT</b><br>(Receita Federal do Brasil e Serviço Federal de Processamento de Dados)              | Troca de dados referentes ao cadastro de operadores econômicos autorizados | Resolver o problema da falta de confiança na troca de dados entre países do Mercosul, por meio da criação de uma camada de colaboração | Permissionada e privada.  | <i>Hyperledger</i>   | Padrão oferecido pela plataforma <i>Hyperledger</i>   |
| <b>BCPF E BCNPJ</b><br>(Receita Federal do Brasil e Empresa de Tecnologia e Informações da Previdência) | Compartilhamento das bases de CPF e CNPJ                                   | Modelo federal de compartilhamento de dados  | Permissionada e privada   | <i>Ethereum</i> , com previsão de migração para <i>Hyperledger</i> | Foram desenvolvidas regras de ACL em formato de <i>smart contracts</i> , através de linguagem <i>Solidity</i> , na plataforma |

|   |  |   |                             |                           |  |
|---|--|---|-----------------------------|---------------------------|--|
|   |  |   |                             |                           | <i>Ethereum</i> . O mecanismo de consenso utilizado foi a prova de autoridade                          |
| <b>SALT</b> (Banco Central do Brasil)   | Manutenção do sistema de liquidação de reservas, em caso de inoperância do BACEN                                   | Consenso do sistema de liquidação sem necessidade de agente central   | Permissionada e privada     | <i>Quorum</i>             | Consenso Raft, mas, em produção, seria necessário um método de consenso resistente a falhas bizantinas |
| <b>PIER</b> (Banco Central do Brasil)   | Registro da interação entre instituições financeiras e órgãos regulatórios   | Imutabilidade e auditabilidade das informações trocadas   | Permissionada e privada     | <i>Quorum</i>             | <i>Smart contracts</i> escritos na linguagem <i>Solidity</i> /Mecanismo de consenso                    |
| <b>SISTEMA DE CONTRATOS DISTRIBUÍDOS</b> (Banco do Brasil, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, Caixa Econômica Federal e Serviço Federal de Processamento de Dados) | Compartilhamento de informações padronizadas sobre processos públicos de compra                                    | Empresas públicas poderão passar a compartilhar informações diretamente, de maneira mais célere e padronizada | Permissionada e privada     | <i>Hyperledger fabric</i> | Consenso BFT e KAFKA/Zookeeper. Está sendo estudado o uso do Raft, CouchDB NodeJs nos chaincodes       |
| <b>SISTEMA FINANCEIRO DIGITAL</b> (Banco do Brasil)   | Liquidação financeira, descentralizada, entre instituições financeiras diferentes em poucos segundos               | Sistema de pagamentos <i>on line</i> mediante <i>smartphones</i>  | Permissionada e privada     | <i>Hyperledger</i>        | <i>Smart contracts</i> escritos em JavaScript (NodeJs). Mecanismo de consenso BFT                      |
| <b>SISTEMA BRASILEIRO DE PODERES</b> (Banco do Brasil e Petrobrás)  | Designação de permissões (poderes) para a movimentação de contas bancárias por grandes corporações ou por governos | Processo passa a ser digital, sem intermediários e on line, com visibilidade e auditabilidade                 | Permissionada               | <i>Hyperledger fabric</i> | Consenso Raft, utilizando NodeJs nos chaincodes  |
| <b>BNESTOKEN</b> (Banco Nacional de Desenvolvimento)  | Funcionamentos do BNDES  | Processo passa a utilizar um token digital, sem a utilização de   | Não-Permissionada e pública | <i>Ethereum</i>           | <i>Ethereum</i> público com programação de contratos   |

|   |   |   |                         |                           |   |
|---|---|---|-------------------------|---------------------------|---|
| Econômico e Social  |   | papel moeda até a aprovação da prestação de contas  |                         |                           | inteligentes em <i>Solidity</i>   |
| <b>TRUBUDGET</b> (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social) | Acompanhamento de liberação e recebimento de recursos repassados ao Fundo da Amazônia | Envolvimento numa rede única dos doadores de recursos, intermediários e beneficiários das doações | Permissionada e privada | <i>Multichain</i>         | O <i>Multichain</i> é um <i>fork</i> permissionado do Bitcoin, cujo algoritmo de consenso não envolve criptomoedas, sendo um algoritmo próprio, baseado no PBFT |
| <b>DIÁRIO DE BORDO</b> (Agência Nacional de Aviação Civil)              | Registro do diário de bordo dos voos de operadoras brasileiras                        | Eliminar o uso de papel, promovendo auditabilidade e economicidade                                | Permissionada e privada | <i>Hyperledger fabric</i> | <i>Smart contracts</i> escritos em JavaScript (NodeJs)/Mecanismo de consenso Raft   |
| <b>RNDS</b> (Ministério da Saúde)                                       | Prontuário eletrônico dos pacientes   | Interoperabilidade, digitalização e visão integrada do paciente                                   | Permissionada e privada | <i>Hyperledger fabric</i> | <i>Smart contracts</i> escritos em Go (GoLang)/Mecanismo de consenso Raft   |

Fonte: TCU, 2019.

Segundo Simões *et al.* (2021), apesar das complexidades, a tecnologia *blockchain* oferece grande potencial de aperfeiçoamento das análises técnicas, relatórios fiscalizatórios e processos de auditoria. Com o uso desta tecnologia, o auditor pode ter acesso a dados praticamente em tempo real, viabilizando a obtenção de informações necessárias aos procedimentos e manifestações realizados pelos órgãos de controle externo.

Ressalta-se que o uso da tecnologia *blockchain* aumenta a confiabilidade de informações e processos em situações que envolvem muitos *stakeholders* (partes interessadas), a exemplo das prestações de contas da Administração Pública que necessitam ser apresentadas de forma individualizada e consolidada com todas as entidades existentes no respectivo ente federado (municipal, estadual e federal). Nesse sentido, são bem elucidativos os esclarecimentos apresentados por Robichez *et al.* (2019, p. 10-11):

Além dos ganhos de eficiência na aplicação da tecnologia de *blockchain* em registros públicos ou no compartilhamento de dados, conferir transparência aos dados é essencial em diversas situações em que há um ente público envolvido. Inclusive, na administração direta e indireta, a transparência é uma exigência legal, conforme preceitua a Lei de Acesso à Informação (LAI – Lei nº 12.527/2011).

(...)

Buscando maior eficiência por meio da Transformação Digital, a Petrobrás está desenvolvendo, em parceria com a PUC-Rio, um sistema de assinatura

eletrônica, via aplicativo, chamado de AssinadorBr. A solução conta com segurança respaldada em pares de chaves criptográficas, em rede pública de *Blockchain*, para conferir transparência às assinaturas de relatórios internos que são passíveis de auditorias externas.

A tecnologia possui o potencial de assegurar o efetivo cumprimento da Lei de Acesso à Informação, por exemplo, no que se refere à gestão de transporte público, como está sendo desenvolvido pela Prefeitura de Teresina. Por último, não poderíamos deixar de citar a transparência necessária nos processos de prestação de contas para órgãos de controle, como exercido pelo Tribunal de Contas da União (TCU).

Complementarmente, com a utilização da tecnologia *blockchain* pode-se reduzir a corrupção e aumentar a transparência e a confiabilidade das operações e das transações realizadas pelos entes governamentais, posto que todas as informações enviadas e validadas são de conhecimento de todos os integrantes da rede, bem como da sociedade, possibilitando assim um maior controle social sobre os recursos arrecadados e aplicados (ENCCLA, 2020).

Apesar de ser uma tecnologia promissora, de acordo com Simões *et al.* (2021), os profissionais contábeis possuem um baixo nível de conhecimento sobre a tecnologia *blockchain*, dificultando a percepção das aplicações dentro da contabilidade. Porém, o autor afirma que aquela tecnologia oferece novas viabilidades para os auditores, quais sejam: transparência e acesso à informação e maior confiança, segurança, capacidade preditiva, eficiência e qualidade dos dados. Essas características podem ser instrumentos para uma auditoria mais eficaz e eficiente e esses aspectos podem ser melhor abordados se as transações referentes à empresa/organização auditada estiverem visíveis na rede *blockchain*.

Acerca dessas perspectivas, o Quadro 4, elaborado por Simões *et al.* (2021, p. 49), dispõe sobre os potenciais benefícios da tecnologia ora pesquisada em relação aos procedimentos e técnicas de auditoria contábil:

Quadro 4 – Potenciais benefícios da tecnologia *blockchain* em relação aos procedimentos e técnicas da auditoria contábil.

| <b>Benefício</b>                    | <b>Procedimentos e técnicas</b>  | <b>Explicação</b>   |
|-------------------------------------|--|---|
| Acesso à Informação e Transparência | Indagações do Auditor; Observação e inspeção; Testes de transações e saldos; Circularização; Inspeção de documentos. | A tecnologia facilitaria e agilizaria a disponibilização da informação, onde o auditor pode observar todos os atos registrados pela tecnologia, o que possibilitaria uma rapidez no entendimento da entidade e o ambiente em que ela está inserida.   |
| Confiança e Controle                | Testes de Controle; Procedimentos analíticos.  | A <i>blockchain</i> aumentaria a confiança e o controle dos dados contábeis, fornecendo um ambiente onde o auditor teria acesso à informação fidedigna, possibilitando uma análise mais tempestiva dos controles internos estabelecidos pela empresa.   |
| Capacidade Preditiva dos Dados      | Indagações do Auditor; Procedimentos analíticos substantivos.  | O histórico de transações aumenta a capacidade preditiva dos dados, que pode ser utilizado para que o auditor obtenha entendimento sobre operações, riscos de negócio, deficiências ou riscos de controle, bem como identificar operações ou saldos anormais e evolução de determinadas contas. |
| Eficiência                          | Planejamento da auditoria.   | Poderia eliminar muitas das atividades manuais de extração de dados e preparação para auditoria, que exigem muito trabalho e consomem tempo. Acelerar as atividades de preparação da auditoria aumentaria a eficiência e eficácia dos relatórios.   |

|                     |  |  |
|---------------------|--|--|
| Qualidade dos dados | Testes de Controle;<br>Procedimentos analíticos;<br>Circularização;<br>Inspeção de documentos. | A inserção dos registros na <i>blockchain</i> gera uma maior qualidade nos dados e isso, atrelado à confiança e o controle dos dados contábeis, produz um ambiente onde o auditor teria acesso a todo o histórico da informação, possibilitando uma análise mais segura e com maior qualidade, pois teria acesso a evidências inalteráveis de auditoria. |
|---------------------|--|--|

Fonte: Simões *et al.* (2021).

Já para Alcântara *et al.* (2019, p. 17-18) a tecnologia *blockchain* apresenta outros benefícios em relação aos princípios de governança no setor público, conforme sintetizados no Quadro 5:

Quadro 5 – Potenciais benefícios da tecnologia *blockchain* em relação aos princípios de governança no setor público.

| <b>Benefício</b>                    | <b>Princípio</b>  | <b>Explicação</b>   |
|-------------------------------------|---|---|
| Acesso à Informação e Transparência | <i>Accountability</i><br>Equidade<br>Transparência  | A sociedade pode acompanhar todos os atos registrados pela tecnologia, o que acarretaria em uma prestação de contas <i>on-line</i> . A tecnologia facilitaria e agilizaria a disponibilização da informação pública em diversos locais, permitindo que todos tenham acesso à informação.  |
| Capacidade Preditiva dos Dados      | Eficiência<br>Legitimidade<br>Probidade<br>Responsabilidade   | O histórico de transações aumenta a capacidade preditiva dos dados, que pode ser utilizado para dar mais eficiência aos recursos públicos e permitir um maior controle da gestão pública.   |
| Confiança e Controle                | <i>Accountability</i><br>Equidade<br>Legitimidade<br>Probidade<br>Responsabilidade<br>Transparência               | A tecnologia aumentaria a confiança e o controle dos dados públicos, melhorando a dinâmica de acesso e gestão, fornecendo informações fidedignas que serão utilizadas na prestação de contas, no acesso à informação e na gestão pública.   |
| Controle Contra Fraudes e Corrupção | <i>Accountability</i><br>Probidade<br>Responsabilidade<br>Transparência   | A sociedade pode acompanhar todos os atos registrados pela tecnologia, porém, no momento em que forem registrados não podem ser modificados, gerando um histórico e trilhas de auditoria. Essa característica da tecnologia possibilita o controle da gestão do agente público, facilitando a fiscalização, o controle e inibindo a fraude e a corrupção. |
| Eficiência                          | Eficiência  | A Tecnologia possibilitaria uma redução de custos devido à necessidade de menos insumos e redução de erros humanos.   |
| Governança                          | <i>Accountability</i><br>Eficiência<br>Equidade<br>Legitimidade<br>Probidade<br>Responsabilidade<br>Transparência | Para uma melhor utilidade da tecnologia seria necessária realizar uma gestão das informações, estabelecendo procedimentos claramente definidos que gerariam uma maior governança.   |
| Qualidade dos Dados                 | <i>Accountability</i><br>Eficiência<br>Equidade<br>Legitimidade<br>Probidade<br>Responsabilidade<br>Transparência | Disponibilidade imediata, facilidade de transação e confiança dos dados implicam em uma maior qualidade dos dados.  |
| Segurança da Informação             | Eficiência<br>Equidade<br>Probidade<br>Responsabilidade<br>Transparência  | Redução da possibilidade de manipulação de dados por <i>hackers</i> , pois os dados são praticamente imutáveis e armazenados em distintos locais, gerando uma maior segurança da informação pública e privada.  |

Fonte: Alcântara *et al.* (2019).

Como fatores de riscos podem ser elencados: a existência de poucos profissionais com habilidades e conhecimento sobre *DLT/Blockchain*, a adoção da tecnologia *blockchain* por modismo, entusiasmo tecnológico ou em substituição ao serviço centralizado em uso e com custo controlado e a ausência de interoperabilidade entre redes *blockchains* (TCU, 2019).

Por ser uma tecnologia em rápida evolução e que agrega diversas outras tecnologias, são poucos profissionais da área de tecnologia de informação que dominam todas as suas complexidades. Para contornar essa situação, faz-se necessário a realização de investimentos constantes em capacitação da equipe que for reunida para se dedicar ao tema e/ou a celebração de termos de cooperação com outras instituições públicas e/ou privadas, objetivando o compartilhamento de experiências, conhecimentos e soluções tecnológicas e/ou a contratação de especialistas para darem suporte no desenvolvimento e implantação de projetos nessa área, tendo como *benchmarking* o TCE-RJ no âmbito dos Tribunais de Contas brasileiros.

Outro ponto de destaque refere-se à necessidade de desenvolvimento de modelo de governança colaborativa, no qual as decisões do projeto são tomadas por um consórcio de entidades. A liderança desse consórcio deve definir, dentre outras questões relevantes, as responsabilidades entre os diferentes níveis de participantes na rede, quais os critérios de decisão em relação as modificações e melhorias da rede, bem como definir se o mecanismo de governança a ser adotado será interno (*on-chain*) ou externo (*off-chain*) à rede *blockchain*.

Por outro lado, considerando que a tecnologia *blockchain* ainda está amadurecendo nas organizações públicas e devido à complexidade da tecnologia supracitada, é aconselhável que seja inicialmente realizada uma boa avaliação do problema que se quer resolver e identificado quais os riscos e os custos envolvidos para justificar o seu uso à sociedade, mensurando, assim, o impacto para o negócio da instituição e para o cidadão.

Em resumo, no processo de adoção da tecnologia *blockchain* os riscos devem ser observados e tratados, tornando-se imprescindível o estudo minucioso da melhor forma de utilização dessa inovação tecnológica por parte das Cortes de Contas brasileiras, inclusive, valendo-se de experimentação estruturada (projeto-piloto) em escala reduzida, com intuito de testar hipóteses e acelerar o aprendizado, sem olvidar dos investimentos necessários em capacitação da equipe de TI.

## CONCLUSÃO

Foi possível observar que a tecnologia *blockchain* pode ser indicada quando há a necessidade de aumentar a confiabilidade, integridade e segurança das informações e processos em situações que envolvem muitos *stakeholders* (partes interessadas), posto que é possível rastrear todas as operações sobre os dados que são armazenados em um registro descentralizado na *internet*, aumentando a transparência, aperfeiçoando o processo de prestação de contas e combatendo a corrupção.

No tocante ao objetivo principal desta pesquisa, foi possível constar por meio das informações colhidas nos *sites* e junto às ouvidorias dos 33 (trinta e três) Tribunais de Contas do Brasil que: (I) apenas o Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro (TCE-RJ) informou que desenvolveu e implantou um sistema com a tecnologia *blockchain* para uso interno daquela Corte de Contas; (II) o Tribunal de Contas da

União (TCU) realizou trabalho de levantamento do uso de tecnologia *blockchain* na Administração Pública Federal, que redundou no Acórdão nº 1613/2020-Plenário; (III) os demais Tribunais de Contas não informaram o desenvolvimento de nenhuma ação específica relacionada à tecnologia *blockchain*.

## PERSPECTIVAS FUTURAS

A utilização dessa tecnologia por um órgão de controle externo abre oportunidade para o desenvolvimento de projetos tecnológicos em parcerias com outras instituições públicas e/ou privadas, inclusive, por meio da implantação de projetos-piloto, onde os riscos e incertezas serão estudados e mitigados, contribuindo assim para o aprendizado organizacional. Nesse sentido, podem ser realizadas pesquisas no âmbito do TCE-RJ com vistas a identificação de boas práticas no desenvolvimento e implantação da tecnologia *blockchain*.

## REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, L. T. *et al.* **Uso da tecnologia *Blockchain* como instrumento de governança eletrônica no setor público.** *In:* II Congresso Internacional de Contabilidade Pública, Lisboa, 2019. Disponível em: [https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/34651/1/EVENTO\\_UsoTecnologiaBlockchain.pdf](https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/34651/1/EVENTO_UsoTecnologiaBlockchain.pdf). Acesso em: 07 jun. 2021.
- ARAÚJO, G. S. G. de; SANTOS, K. de F.. Evolução da tecnologia *smart contracts* pela perspectiva dos indicadores de patentes. **Cadernos de Prospecção** – Salvador, v. 12, nº 5, p. 1363-1373, dezembro, 2019. Disponível em: <https://portalseer.ufba.br/index.php/nit/article/view/32932/20674>. Acesso em: 19 mai. 2021.
- BRITO, S. L. C.; JÚNIOR, J. C.; TELES, E. O. Prospecção de Uso da Tecnologia *Blockchain*: uma análise a partir de documentos de pedidos patentes. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 13, nº 4, p. 1220-1234, setembro, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/view/29280>. Acesso em: 04 abr. 2021.
- CONCEIÇÃO, A. F. da; ROCHA, V. M.; DE PAULA, R. F.. *Blockchain* e Aplicações em Saúde. **Sociedade Brasileira de Computação**, 2019. Disponível em: <file:///D:/Documents/Downloads/29-Manuscrito%20de%20cap%C3%ADtulo-246-1-10-20190611.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2021.
- ENCCLA. ***Blockchain* no setor público: Guia de conceitos e usos potenciais.** [Brasília, DF], 2020. Disponível em: <http://enccla.camara.leg.br/acoes/arquivos/resultados-enccla-2020/blockchain-no-setor-publico-guia-de-conceitos-e-usos-potenciais/view>. Acesso em: 22 mai. 2021.
- FERREIRA, J. E.; PINTO, F. G. C.; DOS SANTOS, S. C. Estudo de mapeamento sistemático sobre as tendências e desafios do *Blockchain*º **Gestão**. *Org*, v. 15, nº 6, p. 108-117, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/gestaoorg/article/view/231244>. Acesso em: 19 mai. 2021.
- GOMES, V. J. F.; UCHOA, S. B. B.; SANTOS, T. F. S. Mapeamento tecnológico das patentes desenvolvidas a partir da tecnologia *Blockchain*: um cenário global. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 11, nº 4, p. 1166-1181, dezembro, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/view/27193>. Acesso em: 04 abr. 2021.

GREVE, F. *et al.* *Blockchain e a Revolução do Consenso sob Demanda*. **Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos (SBRC)-Minicursos**, 2018. Disponível em: <http://143.54.25.88/index.php/sbrccminicursos/article/view/1770/1743>. Acesso em: 07 jun. 2021.

LESSAK, A. L.; DIAS, R. A.; FREY, I. A. *Blockchain: prospecção tecnológica em bases de patentes*. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 11, nº 3, p. 876-887, setembro, 2018. Disponível em: <https://portalseer.ufba.br/index.php/nit/article/view/27006>. Acesso em: 19 mai. 2021.

MOUTINHO, D. V. **Contas dos governantes: apreciação das contas dos chefes de Poder Executivo pelos tribunais de contas do Brasil**. Editora Blucher, 2020. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=o-LyDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA39&dq=tribunais+de+contas+do+brasil&ots=PiNbuy5\\_9o&sig=Q7MRqcF2dDNi4cC57k1e4AjKEhQ#v=onepage&q=tribunais%20de%20contas%20do%20brasil&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=o-LyDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA39&dq=tribunais+de+contas+do+brasil&ots=PiNbuy5_9o&sig=Q7MRqcF2dDNi4cC57k1e4AjKEhQ#v=onepage&q=tribunais%20de%20contas%20do%20brasil&f=false). Acesso em: 04 jul. 2021.

NAKAMOTO, S. **Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system**. 2008. Disponível em: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>. Acesso em: 14 maio 2021.

OREIRO, J. L. Origem, causas e impacto da crise. **Valor econômico**, v. 13, nº 09, 2011. Disponível em: [https://docs.google.com/document/d/1RHjBeSaJB3Cq3QhbmU5Cyf7WoDhLx2QgIlydk7ml\\_a/edit?pli=1](https://docs.google.com/document/d/1RHjBeSaJB3Cq3QhbmU5Cyf7WoDhLx2QgIlydk7ml_a/edit?pli=1). Acesso em 07 jul. 2021.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Universidade Feevale, 2013. Disponível em: <https://www.feevale.br/Comum/midias/0163c988-1f5d-496f-b118-a6e009a7a2f9/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>. Acesso em: 24 mai. 2021.

ROBICHEZ, G. *et al.* **Blockchain para governos e serviços públicos**. Rio de Janeiro: PUC, 2019. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Paulo-Henrique-Alves-2/publication/331651536\\_Blockchain\\_para\\_Governo\\_e\\_Servicos\\_Publicos/links/5c86e704458515b59e452f93/Blockchain-para-Governo-e-Servicos-Publicos.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Paulo-Henrique-Alves-2/publication/331651536_Blockchain_para_Governo_e_Servicos_Publicos/links/5c86e704458515b59e452f93/Blockchain-para-Governo-e-Servicos-Publicos.pdf). Acesso em: 16 fev. 2021.

SIMÕES, M. P. A. *et al.* Benefícios do uso da tecnologia *Blockchain* como instrumento para a auditoria contábil. **Revista Ambiente Contábil**, Universidade Federal do Rio Grande do Norte-ISSN 2176-9036, v. 13, nº 1, p. 39-53, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/ambiente/article/view/19535/13641>. Acesso em: 07 jun. 2021.

TCU. **Relatório de levantamento da tecnologia blockchain** TC 031.044/2019-9. Relator Ministro Aroldo Cedraz. Brasília, 2019. Disponível em: <https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/#/documento/processo/031.044%252F2019-0/%2520/DTAUTUACAOORDENACAO%2520desc%252C%2520NUMEROCOMZEROS%2520desc/0/%2520?uuiid=ce034160-bbc6-11ea-ad32-519ab286dea0>. Acesso em: 22 mai. 2021.

TREVISAN, K. **Quebra do banco Lehman Brothers completa 10 anos, relembre a crise de 2008**. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/2018/09/15/quebra-do-banco-lehman-brothers-completa-10-anos-relembre-a-crise-de-2008.ghtml>. Acesso em: 22 jun. 2021.

## **APÊNDICE D – Produto técnico-tecnológico**

# O QUE É BLOCKCHAIN?



*APLICAÇÃO DA BLOCKCHAIN NO TRIBUNAL DE  
CONTAS DO ESTADO DE RONDÔNIA*

**OSCAR CARLOS DAS NEVES LEBRE  
EWERTON RODRIGUES ANDRADE  
MARCIO RODRIGUES MIRANDA**



PROFNIT



INSTITUTO FEDERAL  
Rondônia



# SUMÁRIO

---

**01**

**APRESENTAÇÃO**

**02**

**O QUE É *BLOCKCHAIN*?**

**04**

**COMO SURTIU A *BLOCKCHAIN*?**

**05**

**QUAIS SÃO AS PRINCIPAIS  
CARACTERÍSTICAS DA  
*BLOCKCHAIN*?**

**06**

**QUAIS SÃO OS BENEFÍCIOS DA  
*BLOCKCHAIN*?**

**07**

**QUAIS SÃO OS FATORES DE  
RISCOS DA *BLOCKCHAIN*?**

# SUMÁRIO

---

**08**

**COMO IDENTIFICAR SE UMA ORGANIZAÇÃO NECESSITA DA *BLOCKCHAIN*?**

**14**

**CONSIDERAÇÕES FINAIS**

**10**

**COMO A TECNOLOGIA *BLOCKCHAIN* TEM SIDO UTILIZADA NO ÂMBITO DA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA?**

**15**

**REFERÊNCIAS**

**13**

**DA APLICABILIDADE DA TECNOLOGIA *BLOCKCHAIN* NO ÂMBITO DO TCE-RO**

# APRESENTAÇÃO

**Nos últimos tempos, a tecnologia blockchain tem sido apontada como uma das maiores transformações econômicas, sociais e técnicas com grande impacto em diversas áreas.**

**Assim sendo, a presente cartilha foi elaborada a partir do trabalho de conclusão do curso de Mestrado Profissional do Programa de Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação – PROFNIT e tem por objetivo apresentar a referida tecnologia, juntamente com uma proposta de utilização no âmbito do TCE-RO, contribuindo dessa forma para a disseminação do conhecimento e propositura de melhorias na gestão pública estadual.**



**INSTITUTO FEDERAL**  
Rondônia

**MESTRADO PROFISSIONAL EM PROPRIEDADE INTELECTUAL E  
TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA PARA INOVAÇÃO**

# O QUE É **BLOCKCHAIN?**

---

A blockchain - ou cadeia de blocos - corresponde a uma base de dados em constante atualização e que contém o registro de todas as transações realizadas de forma descentralizada após a sua validação pelos integrantes da rede. Em termos contábeis, corresponde a um livro-razão. Todas as informações da blockchain são públicas, criptografadas e preservadas em milhões de computadores pessoais e em data warehouses (depósitos de dados).

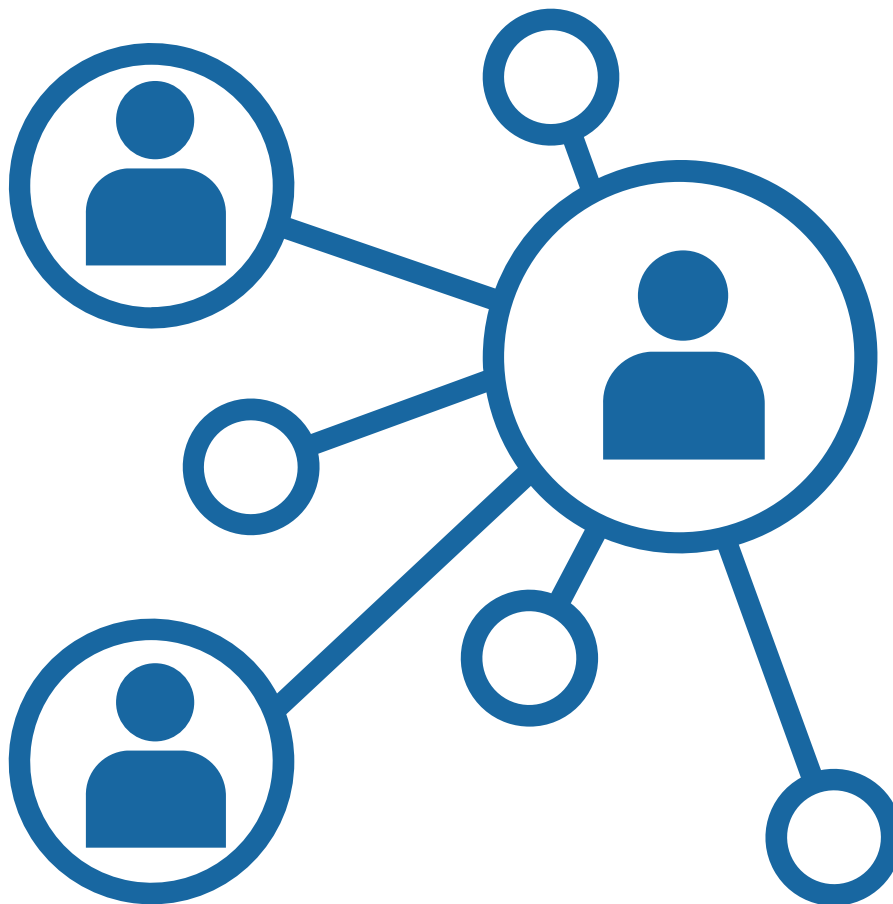
Diversos conceitos reunidos, tais como criptografia, redes peer-to-peer (P2P), funções e ponteiros hash, imutabilidade, etc., faz com que a blockchain seja considerada uma tecnologia inovadora, devido a sua capacidade de realização de operações sem a gestão ou autorização de terceiros, o que se traduz em aplicações descentralizadas em diversos setores da economia, especialmente os relacionados aos serviços públicos (GREVE et al., 2018; TCU, 2019).

Um dos pontos favoráveis à tecnologia blockchain reside na eliminação de uma "autoridade" centralizada para governar e verificar a veracidade das interações e transações entre todos os participantes. Para tanto, seus participantes (nodes), compartilham uma espécie de "livro de registros públicos" (public ledger) que possibilita o registro em cadeias de blocos de informações (block = bloco; chain = corrente), por meio de transações criptografadas, preservando assim a identidade das chaves de acesso dos usuários e garantindo a segurança da operação, pois os registros são imutáveis devido os blocos estarem ligados ao anterior e ao posterior, em forma de corrente, que para sua alteração seria necessária uma enorme capacidade computacional superior a toda rede.

---

Cabe esclarecer que a tecnologia blockchain é um tipo de DLT, já que suas informações são armazenadas de forma distribuída, todavia, nem toda DLT é uma blockchain. A descentralização e criptografia são pontos em comum das blockchains e das DLT's e que muitas vezes fazem parecer que os dois conceitos são a mesma coisa, no entanto, não o são.

A estrutura da blockchain a torna distinta de outros tipos de livro-razão distribuídos (DLT's). Os dados em uma blockchain são agrupados e organizados em blocos ligados por hashes. Os blocos são então ligados entre si, formando uma cadeia sequencial para armazenar os dados/informações inseridos na rede, utilizando-se da criptografia, certificação digital e smart contracts, o que não ocorre nas DLT's.



# COMO SURTIU A BLOCKCHAIN?

---

Em 2008 o mundo passou por uma grave crise financeira oriunda de eventos no mercado bancário americano, proveniente da falta de liquidez dos valores de imóveis, os quais eram utilizados como garantias de empréstimos, denominados de subprime (crédito de segunda linha), resultando numa onda de calotes e a falência do maior banco de investimento norte-americano, o Lehman Brothers (TREVISAN, 2018).

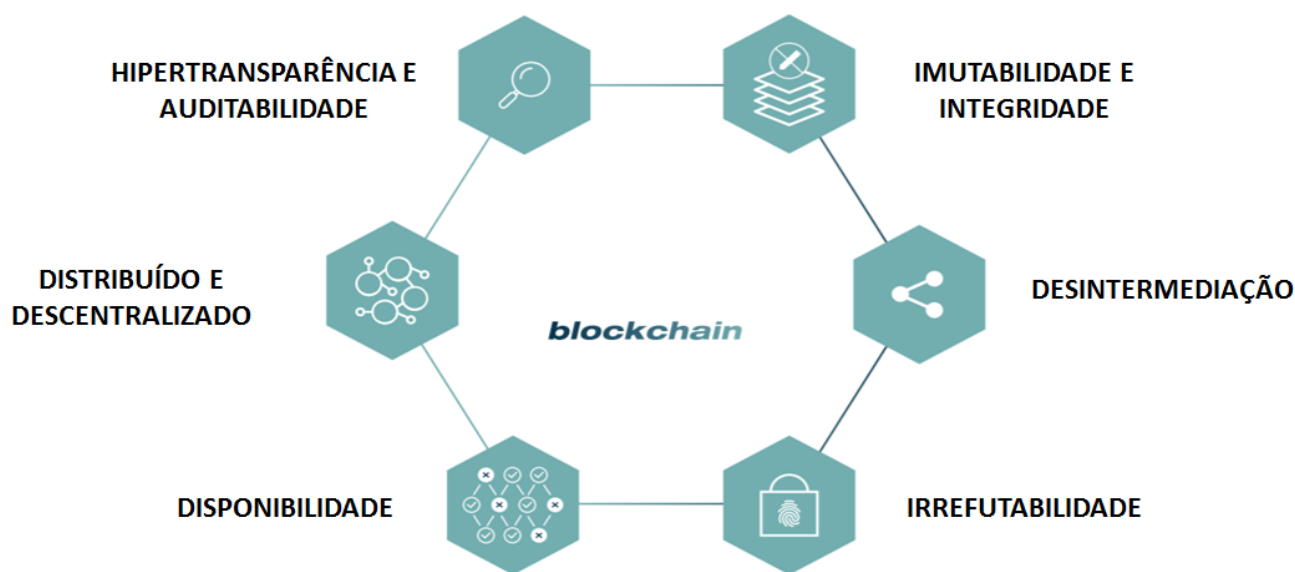
Naquele cenário de grande instabilidade econômica e de incredibilidade nos mecanismos e gestores do mercado de capitais, foi publicado, no final de 2008, através do pseudônimo Satoshi Nakamoto, um artigo intitulado Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system (Bitcoin: um sistema de dinheiro eletrônico ponto a ponto), correspondente a uma tecnologia de registro de informação que se vale de uma rede descentralizada para gerar consenso entre seus participantes acerca das informações armazenadas e das que se pretende armazenar, o que reduz significativamente a burocracia e o custo das transações (GOMES; UCHOA; SANTOS, 2018; LESSAK; DIAS; FREY, 2018; BRITO; JÚNIOR; TELES, 2020).

É importante destacar que a tecnologia blockchain na forma proposta por Nakamoto só possibilitava transações monetárias. Contudo, em 2013, Vitalik Buterin propôs uma plataforma para o desenvolvimento de aplicações descentralizadas chamada Ethereum, que se utilizava de smart contracts (contratos inteligentes), possibilitando assim executar, de forma autônoma e confiável, um código (ou programa) acordado previamente por duas ou mais partes (TCU, 2019).

# QUAIS SÃO AS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DA BLOCKCHAIN?

Para o TCU (2019), as principais características da tecnologia blockchain são as seguintes:

- Hipertransparência e auditabilidade:** significa que os participantes podem ver todo o histórico das transações em tempo real. Essa propriedade da blockchain aumenta a rastreabilidade das operações a um grau em que qualquer usuário pode auditar completamente todas as transações;
- Distribuído e descentralizado:** os dados estão disponíveis a todos os nós e usuários da rede em tempo real, além do histórico das operações, fazendo com que não haja necessidade de reconciliação entre diferentes participantes;
- Desintermediação:** não é mais necessária uma terceira parte confiável para resolver conflitos entre os participantes da rede, pois o controle das transações está distribuído para todos os nós da rede de forma descentralizada;
- Disponibilidade:** todos os participantes têm uma cópia local sincronizada com a rede, isso quer dizer que, se um nó ficar indisponível, a rede pode ser acessado através de outros nós;
- Imutabilidade e integridade:** refere-se as técnicas criptográficas para proteger seus registros, incluindo funções de hash, ponteiros de hash e assinaturas digitais. Essa propriedade garante que a blockchain seja um registro imutável;
- Irrefutabilidade ou irretratabilidade:** refere-se ao uso da criptografia de chaves públicas (ou assimétrica), o que possibilita aos usuários da rede realizarem assinaturas digitais nas suas transações, servindo dessa forma como uma prova inegável de que é o emissor de determinada mensagem (não repúdio).



# QUAIS SÃO OS BENEFÍCIOS DA BLOCKCHAIN?

---

O uso da tecnologia blockchain aumenta a confiabilidade de informações e processos em situações que envolvem muitas partes interessadas e heterogêneas, a exemplo das prestações de contas da Administração Pública que necessitam ser apresentadas de forma individualizada e consolidada com todas as entidades existentes no respectivo ente federado (municipal, estadual e federal).

Por outro lado, com a utilização da tecnologia blockchain pode-se reduzir a corrupção e aumentar a transparência e a confiabilidade das operações e das transações realizadas pelos entes governamentais, posto que todas as informações enviadas e validadas são de conhecimento de todos os integrantes da rede, bem como da sociedade, possibilitando assim um maior controle social sobre os recursos arrecadados e aplicados (ENCCLA, 2020).

Apesar de ser uma tecnologia promissora, de acordo com Simões et al. (2021), os profissionais contábeis possuem um baixo nível de conhecimento sobre blockchain, dificultando a percepção das aplicações dentro da contabilidade. Porém, o autor afirma que aquela tecnologia oferece novas viabilidades para os auditores, quais sejam: transparência e acesso à informação e maior confiança, segurança, capacidade preditiva, eficiência e qualidade dos dados. Essas características podem ser instrumentos para uma auditoria mais eficaz e eficiente e esses aspectos podem ser melhor abordados se as transações referentes à empresa/organização auditada estiverem visíveis na rede blockchain.

Também vale destacar que a utilização da tecnologia blockchain possibilita o atendimento à Lei de Acesso à Informação (Lei Federal nº 12.527/11), devido a garantia de autenticidade, de confidencialidade e de integridade das informações que são disponibilizadas pelos participantes da rede.

Outro impacto importante está relacionado ao compartilhamento dos dados entre as diferentes entidades e órgãos que integram a Administração Pública, nos respectivos níveis de governo (municipal, estadual ou federal), o que facilita a conferência, validação e consolidação das informações adicionadas à blockchain.

# QUAIS SÃO OS FATORES DE RISCOS DA BLOCKCHAIN?

---

Como fatores de riscos, segundo o TCU (2019), podem ser resumidos nos seguintes pontos de observância e controle:

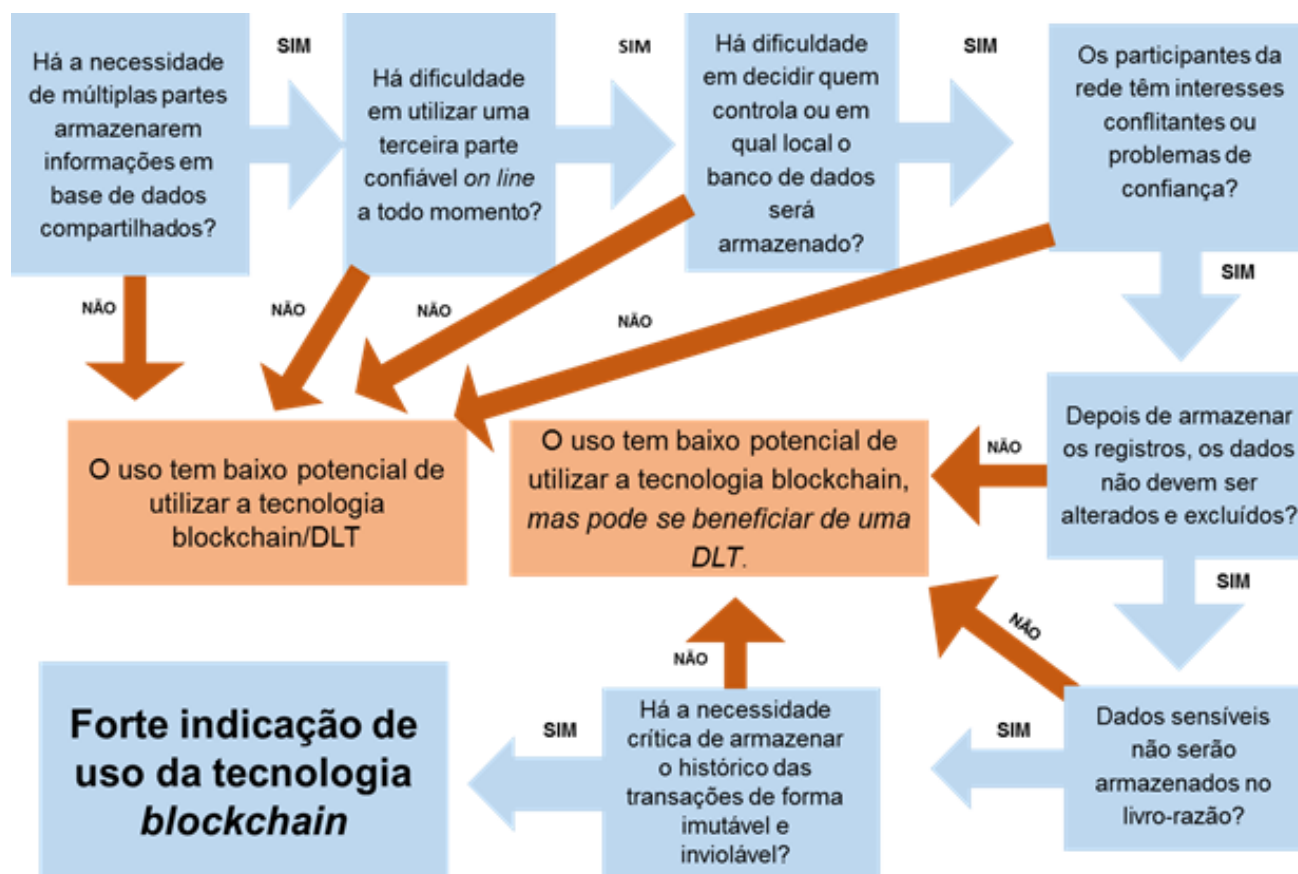
- Ainda existem poucos profissionais com habilidades e conhecimento sobre DLT/Blockchain, o que pode ser resolvido com investimentos em capacitação da equipe de TI ou a contratação de prestação de serviços de desenvolvimento dessa tecnologia;
- Adoção da tecnologia blockchain por modismo, entusiasmo tecnológico ou em substituição ao serviço centralizado em uso e com custo controlado, o que requer uma boa avaliação do problema que se quer resolver e os riscos envolvidos no uso dessa tecnologia para justificar o seu uso à sociedade, mensurando assim o impacto para o negócio da instituição e para o cidadão. Neste caso, a utilização de um Canvas pode auxiliar os gestores nesse processo de avaliação;
- Ausência de interoperabilidade entre plataformas blockchains, o que significa dizer que os dados existentes em uma plataforma não são intercambiáveis entre outros tipos de plataformas blockchain, o que dificulta sobremaneira a colaboração entre instituições ou órgãos que usam diferentes blockchain em suas aplicações;
- A tecnologia blockchain ainda está amadurecendo nas organizações públicas brasileiras, portanto, é aconselhável que sejam desenvolvidas e implantadas soluções com essa tecnologia de forma experimental e com evolução contínua e gradual;
- Necessidade de desenvolvimento de modelo de governança colaborativa, no qual as decisões do projeto são tomadas por um consórcio de entidades. A liderança desse consórcio deve definir, dentre outras questões relevantes, as responsabilidades entre os diferentes níveis de participantes na rede, quais os critérios de decisão em relação a modificações e melhorias da rede, bem como definir se o mecanismo de governança a ser adotado será interno (on-chain) ou externo (off-chain) à rede blockchain.

Considerando as observações acima, fica evidente que no processo de adoção da tecnologia blockchain os riscos devem ser observados e tratados, tornando-se, assim, imperativo o estudo minucioso da melhor forma de utilização por parte das Cortes de Contas brasileiras dessa inovação tecnológica, valendo-se, inclusive, de experimentação estruturada (projeto-piloto), em escala reduzida, visando testar hipóteses e acelerar o aprendizado

# COMO IDENTIFICAR SE UMA ORGANIZAÇÃO NECESSITA DA BLOCKCHAIN?

De acordo com o TCU (2019), é importante saber se a organização poderá se beneficiar de uma tecnologia blockchain ou outros tipos de livro-razão distribuídos (DLT's), para isso apresentou um modelo de árvore de decisão (framework), que consiste em perguntas diretas sobre as características do processo de negócio da organização. Quanto mais respostas "sim" às perguntas de 1 a 7, maior a probabilidade de uso de uma DLT. As perguntas de 5 a 7 se referem ao caso especial de uma blockchain.

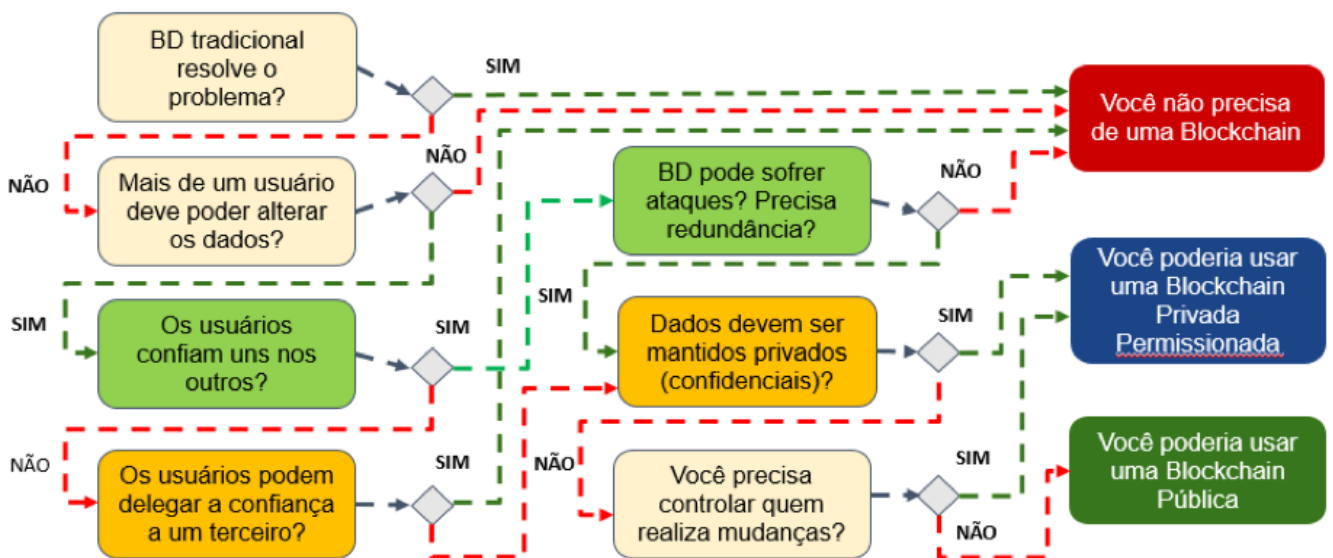
Figura 1 - Framework relacionado à tecnologia blockchain/DLT (TCU, 2019).



Fonte: Adaptado TCU (2019).

Outro framework foi elaborado por Peck (2017). Nesta proposta, dependendo da resposta, deverá seguir o fluxograma contido a Figura 2 para ser identificado ao final se é indicado ou não a tecnologia blockchain para atender às necessidades da organização:

**FIGURA 2 - Framework relacionado a tecnologia blockchain ou DLT (PECK, 2017).**



Fonte: Adaptado Peck (2017).

Os frameworks acima apresentados servem para orientar em qual situação uma organização poderá se valer da blockchain ou uma DLT para a solucionar os seus problemas institucionais ou melhorar os processos já existentes.

# COMO A TECNOLOGIA BLOCKCHAIN TEM SIDO UTILIZADA NO ÂMBITO DA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA?

O TCU (2019) demonstrou, por meio de um levantamento técnico, a existência de diversas aplicações da tecnologia blockchain já implantadas em órgãos da Administração Pública Federal, conforme demonstrado no Quadro 1, o qual evidencia que esta tecnologia vem sendo utilizada como um importante instrumento para garantir maior transparência e controle dos gastos públicos:

**QUADRO 1 - Aplicações da tecnologia blockchain no setor público do Brasil.**

| Órgão da Administração Pública   | Tipo         | Objetivo   | Aspecto Transformador  | Tipo de blockchain      | Plataforma DLT                                      | Detalhamento da infraestrutura DLT  |
|--|--------------|--|--|-------------------------|---|---|
| Receita Federal do Brasil e Serviço Federal de Processamento de Dados          | BCONNECT     | Troca de dados referentes ao cadastro de operadores econômicos autorizados       | Resolver o problema da falta de confiança na troca de dados entre países do Mercosul, por meio da criação de uma camada de colaboração | Permissionada e privada | Hyperledger   | Padrão oferecido pela plataforma Hyperledger  |
| Receita Federal do Brasil e Empresa de Tecnologia e Informações da Previdência | BCPF E BCNPJ | Compartilhamento das bases de CPF e CNPJ   | Modelo federal de compartilhamento de dados  | Permissionada e privada | Ethereum, com previsão de migração para Hyperledger | Foram desenvolvidas regras de ACL em formato de smart contracts, através de linguagem Solidity, na plataforma Ethereum. O mecanismo de consenso utilizado foi a prova de autoridade |
| Banco Central do Brasil  | SALT         | Manutenção do sistema de liquidação de reservas, em caso de inoperância do BACEN | Consenso do sistema de liquidação sem necessidade de agente central  | Permissionada e privada | Quorum  | Consenso Raff, mas, em produção, seria necessário um método de consenso resistente a falhas bizantinas  |

Fonte: Adaptado TCU (2019).

## QUADRO 1 - Aplicações da tecnologia blockchain no setor público do Brasil.

### Continuação.

| Órgão da Administração Pública   | Tipo                              | Objetivo   | Aspecto Transformador  | Tipo de blockchain          | Plataforma DLT     | Detalhamento da infraestrutura DLT   |
|--|-----------------------------------|--|--|-----------------------------|--------------------|--|
| Banco Central do Brasil  | PIER                              | Registro da interação entre instituições financeiras e órgãos regulatórios   | Imutabilidade e auditabilidade e das informações trocadas  | Permissionada e privada     | Quorum             | Smart contracts escritos na linguagem Solidity/Mecanismo de consenso                             |
| Banco do Brasil, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, Caixa Econômica Federal e Serviço Federal de Processamento de Dados | SISTEMA DE CONTRATOS DISTRIBUÍDOS | Compartilhamento de informações padronizadas sobre processos públicos de compra                                    | Empresas públicas poderão passar a compartilhar informações diretamente, de maneira mais célere e padronizada      | Permissionada e privada     | Hyperledger fabric | Consenso BFT e KAFKA/ZooKeeper. Está sendo estudado o uso do Raft, CouchDB NodeJs nos chaincodes |
| Banco do Brasil  | SISTEMA FINANCEIRO DIGITAL        | Liquidação financeira, descentralizada, entre instituições financeiras diferentes em poucos segundos               | Sistema de pagamentos on line mediante smartphones   | Permissionada e privada     | Hyperledger        | Smart contracts escritos em JavaScript (NodeJs). Mecanismo de consenso BFT                       |
| Banco do Brasil e Petrobrás  | SISTEMA BRASILEIRO DE PODERES     | Designação de permissões (poderes) para a movimentação de contas bancárias por grandes corporações ou por governos | Processo passa a ser digital, sem intermediários e on line, com visibilidade e auditabilidade                      | Permissionada               | Hyperledger fabric | Consenso Raft, utilizando NodeJs nos chaincodes  |
| Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social   | BNESTOKEN                         | Funcionamentos do BNDES  | Processo passa a utilizar um token digital, sem a utilização de papel moeda até a aprovação da prestação de contas | Não-Permissionada e pública | Ethereum           | Ethereum público com programação de contratos inteligentes em Solidity                           |

Fonte: Adaptado TCU (2019).

## QUADRO 1 - Aplicações da tecnologia blockchain no setor público do Brasil.

### Continuação.

| Órgão da Administração Pública                       | Tipo            | Objetivo   | Aspecto Transformador   | Tipo de blockchain      | Plataforma DLT     | Detalhamento da infraestrutura DLT  |
|--|-----------------|--|---|-------------------------|--------------------|---|
| Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social | TRUBUDGET       | Acompanha mento de liberação e recebimento de recursos repassados ao Fundo da Amazônia | Envolvimento numa rede única dos doadores de recursos, intermediários e beneficiários das doações | Permissionada e privada | Multichain         | O Multichain é um fork permissionado do Bitcoin, cujo algoritmo de consenso não envolve criptomoedas, sendo um algoritmo próprio, baseado no PBFT |
| Agência Nacional de Aviação Civil                    | DIÁRIO DE BORDO | Registro do diário de bordo dos voos de operadoras brasileiras                         | Eliminar o uso de papel, promovendo auditabilidade e economicidade                                | Permissionada e privada | Hyperledger fabric | Smart contracts escritos em JavaScript (NodeJs)/Mecanismo de consenso Raft  |
| Ministério da Saúde                                  | RNDS            | Prontuário eletrônico dos pacientes  | Interoperabilidade, digitalização e visão integrada do paciente                                   | Permissionada e privada | Hyperledger fabric | Smart contracts escritos em Go (GoLang)/Mecanismo de consenso Raft  |

Fonte: Adaptado TCU (2019).

Por meio de levantamento realizado nos sites e ouvidorias dos 33 (trinta e três) Tribunais de Contas do Brasil, foi identificado que:

- somente o Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro (TCE-RJ) já desenvolveu e implantou um sistema com a tecnologia blockchain, para uso interno daquela Corte de Contas Estadual, com vista a avaliação e aquisição de expertise técnica por parte das equipes de desenvolvimento de sistemas;
- o TCU realizou trabalho de levantamento do uso da blockchain nos órgãos da Administração Pública Federal, que redundou no Acórdão nº 1613/2020-Plenário;
- os sites de outros 12 Tribunais de Contas (i.e., TCE-BA, TCE-CE, TC-DF, TCE-GO, TCE-MG, TCEM-PA, TCE-PB, TCE-PR, TCE-PI, TCM-RJ, TCE-SC e TCM-SP) apresentam "notícias" sobre processos encaminhados à corte, jurisprudência, artigos, cursos, eventos, aplicativos e sistemas de terceiros, mas não desenvolvem internamente nenhuma ação específica relacionada à tecnologia blockchain (LEBRE, 2022)

# DA APLICABILIDADE DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN NO ÂMBITO DO TCE-RO

---

No âmbito interno do TCE-RO buscou-se identificar os grupos de processos que poderiam se beneficiar do uso da tecnologia blockchain, tendo sido selecionados 5 grupos de processos para avaliação, devido a sua regularidade e obrigatoriedade de envio para análise no TCE-RO, quais sejam: **Atos de Pessoal** (Admissão, Reforma, Reserva remunerada, Pensão e Aposentadoria), **Fiscalização de Certames e Contratos** (Editais de licitações, Inexigibilidade, Dispensa, Concurso Público e Teste Seletivo Simplificado), **Prestações de Contas** (Prefeitura, Câmara, Institutos de Previdência/Autarquia, Empresas Públicas, Consórcio Públicos, Sociedade de Economia Mista e Fundos Especiais), **Gestão Fiscal** (Poderes Executivo, Legislativo e Judiciário e Órgãos autônomos (MP, TCE e Defensoria Pública) e **Projeção de Receitas** (Poderes Executivo, Legislativo e Judiciário).

Em seguida, foram aplicados os framework's do TCU (2019) e de PECK (2017) com vista a coletar a percepção dos servidores dessa Corte de Contas Estadual sobre a possibilidade ou não de utilização da tecnologia blockchain, assim sendo, durante o workshop, realizado no dia 1.12.2021, os participantes preencheram 2 formulários on line (google forms) com as questões pertinentes aos framework's supracitados, cujos resultados obtidos são os seguintes (LEBRE, 2022):

- a) Na percepção dos servidores do TCE-RO a tecnologia blockchain não seria indicada para o grupo relativo aos Atos de Pessoal (42,86%);
- b) O grupo relativo a Gestão fiscal obteve forte indicação de que poderia se beneficiar do uso da tecnologia blockchain (80,00%);
- c) No tocante a tecnologia blockchain, as respostas sugerem que poderia ser na forma privada e permissionada (76,19%);
- d) Nenhum dos respondentes apontaram a existência de cenário que indicasse a utilização de uma blockchain pública.

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

Observa-se, ainda, que o uso da tecnologia em epígrafe pode contribuir para aumentar o acesso, a transparência e a segurança da informação, bem como a confiança, controle, qualidade e capacidade preditiva dos dados, facilitando, assim, os trabalhos de auditorias realizadas pelos órgãos de controle externo da Administração Pública, gerando, ainda, maior eficiência, controle contra fraudes/corrupção e governança na gestão do setor público.

Além disso, é importante destacar que o compartilhamento de dados entre entidades e órgãos da Administração Pública, Direta e Indireta, das esferas Municipais e Estadual de Rondônia e a sua consequente disponibilização à sociedade, de forma geral, atenderá aos princípios da publicidade e eficiência, prescritos no art. 37, caput, da CF, e da transparência, conforme prescreve a Lei de Acesso à Informação (LAI – Lei Federal nº 12.527/2011).

Ressalta-se que o uso da blockchain não implica, necessariamente, em abandonar as práticas e suportes usualmente empregados. Há a possibilidade de mesclar diversas outras tecnologias que já estejam sendo utilizadas, o que reforça que a blockchain não veio para substituí-las, obrigatoriamente, mas sim aperfeiçoá-las em outros aspectos, mesmo porque nem todos os processos atuados e analisados no âmbito do TCE-RO serão adequados para a utilização dessa tecnologia.

Assim sendo, caso seja de interesse dessa Corte de Contas utilizar-se da tecnologia blockchain, recomenda-se que sejam promovidas ações/atividades de capacitação da equipe de Tecnologia da Informação, bem como sejam realizadas parcerias com outras instituições públicas e/ou privadas, inclusive, por meio da implantação de projetos-piloto, onde os riscos e incertezas serão estudados e mitigados, contribuindo dessa forma para o aprendizado organizacional.

Além disso, deve-se desenvolver estudos para adequação normativa e de recursos tecnológicos visando o aproveitamento de todo o potencial da blockchain, por meio do aumento do controle social e institucional sobre a arrecadação e dispêndios de recursos públicos, da transparência e do combate à corrupção.

# REFERÊNCIAS

---

BRITO, Samyr Leal da Costa; JÚNIOR, Josué Costa; TELES, Eduardo Oliveira. Prospecção de Uso da Tecnologia Blockchain: uma análise a partir de documentos de pedidos patentes. Cadernos de Prospecção – Salvador, v. 13, n. 4, p. 1220-1234, setembro, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/view/29280>. Acesso em: 04 abr. 2021.

ENCCLA. Blockchain no setor público: Guia de conceitos e usos potenciais. [Brasília, DF], 2020. Disponível em: <http://enccla.camara.leg.br/acoes/arquivos/resultados-enccla-2020/blockchain-no-setor-publico-guia-de-conceitos-e-usos-potenciais/view>. Acesso em: 22 mai. 2021.

GOMES, Vinícius José Ferro; UCHOA, Sílvia Beatriz Beger; SANTOS, Tygra Ferreira da Silva. Mapeamento tecnológico das patentes desenvolvidas a partir da tecnologia Blockchain: um cenário global. Cadernos de Prospecção – Salvador, v. 11, n. 4, p. 1166-1181, dezembro, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/view/27193>. Acesso em: 04 abr. 2021.

GREVE, Fabíola; SAMPAIO, Leobino; ABIJAUDE, Jauberth; COUTINHO, Antônio; VALCY, Ítalo; QUEIROZ, Sílvio. Blockchain e a Revolução do Consenso sob Demanda. Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos (SBRC)-Minicursos, 2018. Disponível em: <http://143.54.25.88/index.php/sbrccminicursos/article/view/1770/1743>. Acesso em: 07 jun. 2021.

LEBRE, Oscar Carlos das Neves Lebre. Da possibilidade de aderência da tecnologia blockchain aos processos do Tribunal de Contas do Estado de Rondônia. 2022. Dissertação (Mestrado Profissional). Programa de Pós-graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação – PROFINIT. Instituto Federal de Rondônia, Porto Velho, Rondônia, 2022.

LESSAK, Alisson Luiz; DIAS, Roberto Alexandre; FREY, Irineu Afonso. Blockchain: prospecção tecnológica em bases de patentes. Cadernos de Prospecção, Salvador, v. 11, n. 3, p. 876-887, setembro, 2018. Disponível em: <https://portalseer.ufba.br/index.php/nit/article/view/27006>. Acesso em: 19 mai. 2021.

# REFERÊNCIAS

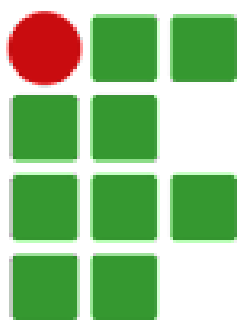
---

PECK, Morgen E. Blockchain world-Do you need a blockchain? This chart will tell you if the technology can solve your problem. Espectro IEEE, v. 54, n. 10, pág. 38-60, 2017. Disponível em: <https://spectrum.ieee.org/computing/networks/do-you-need-a-blockchain>. Acesso em: 24 mai. 2021.

SIMÕES, MaerVELym Pâmella de Andrade; CAVALCANTI, Janeide Albuquerque; DE MELO, Janaina Ferreira Marques; REIS, Cristiane Queiroz. Benefícios do uso da tecnologia Blockchain como instrumento para a auditoria contábil. Revista Ambiente Contábil - Universidade Federal do Rio Grande do Norte-ISSN 2176-9036, v. 13, n. 1, p. 39-53, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/ambiente/article/view/19535/13641>. Acesso em: 07 jun. 2021.

TCU. Relatório de levantamento da tecnologia blockchain. TC 031.044/2019-9. Relator Ministro Aroldo Cedraz. Brasília, 2019. Disponível em: <https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/#/documento/processo/031.044%252F2019-0/%2520/DTAUTUACAOORDENACAO%2520desc%252C%2520NUMEROCOMZEROS%2520desc/0/%2520?uuid=ce034160-bbc6-11ea-ad32-519ab286dea0>. Acesso em: 22 mai. 2021.

TREVISAN, Karina. Quebra do banco Lehman Brothers completa 10 anos, relembre a crise de 2008. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/2018/09/15/quebra-do-banco-lehman-brothers-completa-10-anos-relembre-a-crise-de-2008.ghtml>. Acesso em 22 jun. 2021.



**INSTITUTO FEDERAL**  
Rondônia



PROFNIT

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM PROPRIEDADE INTELECTUAL E  
TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA  
PARA INOVAÇÃO**



**Fórum Nacional de  
Gestores de Inovação e  
Transferência de Tecnologia**

Parceiro



**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE RONDÔNIA**

PORTO VELHO - RO | INSTITUTO FEDERAL DE RONDÔNIA  
CAMPUS PORTO VELHO ZONA NORTE

## APÊNDICE E – Glossário de Conceitos

**Árvore Merkle:** em criptografia e ciência da computação, árvores de dispersão ou árvores de Merkle são um tipo de estrutura de dados que contém uma árvore de informações resumidas sobre um pedaço maior de dados - por exemplo, um arquivo - usado para verificar seu conteúdo, ou seja, realiza um resumo de todas as transações adicionadas do bloco, gerando um *hash* da raiz da árvore (que se torna o *hash* do bloco). Elas são utilizadas para verificação da integridade das informações em ambientes distribuídos, ou seja, em ambientes onde não há centralidade no processamento dos dados. Elas otimizam o uso das funções *hash* para esta tarefa, garantindo a imutabilidade de qualquer informação disposta na *blockchain* (fonte: ARAÚJO; SANTOS, 2019; CONCEIÇÃO; ROCHA; DE PAULA, 2019).

**Benchmarking:** consiste em um método que compara o desempenho, os protótipos e materiais colocados à venda, as práticas e os serviços de uma empresa com outros métodos e serviços ofertados pelas organizações concorrentes, o que ajuda a tornar a gestão mais eficiente (fonte: <https://navita.com.br/blog/benchmarking-qual-sua-importancia-para-o-sucesso-empresarial/>).

**Bit:** simplificação para dígito binário, em inglês, *binary digit*, é a menor unidade de informação que pode ser armazenada ou transmitida, usada na computação e na teoria da informação (fonte: Wikipédia - <https://pt.wikipedia.org/wiki/Bit>).

**Encriptação:** se refere às técnicas empregadas para se ocultar informações, impedindo que terceiros tenham acesso. Sendo assim, apenas as pessoas que possuem acesso à chave de encriptação podem obter tais informações (fonte: CARVALHO, 2018).

**Criptografia simétrica:** criptografia simétrica ou de chave privada é todo tipo de criptografia cuja chave é utilizada tanto na encriptação quanto na decriptação. Desse modo, antes de haver uma troca de mensagens entre os envolvidos, é necessário que ambos tenham acesso a essa chave (fonte: ARAÚJO; SANTOS, 2019; CONCEIÇÃO; ROCHA; DE PAULA, 2019).

**Criptografia assimétrica:** a criptografia assimétrica, por outro lado, utiliza dois tipos de chave: a chave pública e a chave privada. A chave pública é aquela chave que o usuário irá distribuir, seja de forma segura ou não, para outras pessoas. Por outro lado, a chave privada o usuário deverá manter consigo e não repassar adiante. Isto

porque ao criptografar uma informação com a chave pública ela somente será decriptografada com a chave privada correspondente (fonte: ARAÚJO; SANTOS, 2019; CONCEIÇÃO; ROCHA; DE PAULA, 2019).

**DLT (*Distributed Ledger Technology*):** é um banco de dados digital com informações copiadas, compartilhadas e sincronizadas, espalhadas geograficamente por vários pontos – os nós ou *nodes* – em um ecossistema ou rede. Não há um administrador central como em um banco de dados padrão, de uma instituição bancária ou de um governo, por exemplo. Em vez disso, os sistemas têm um banco de dados sincronizado que fornece um histórico verificável e auditável de informações que podem ser acessadas por qualquer pessoa nessa rede (fonte: <https://exame.com/future-of-money/blockchain-e-dlts/as-diferencas-entre-blockchain-e-dlts/>).

**Ethereum:** é uma plataforma descentralizada capaz de executar contratos inteligentes (*smarts contracts*) e aplicações descentralizadas usando a tecnologia *blockchain* (fonte: Wikipédia - <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ethereum>).

**Função *hash*:** são algoritmos que transformam um conjunto de dados de tamanho variável em um conjunto de tamanho fixo. Desse modo, não importando o tamanho da entrada, seja uma palavra, um texto ou um programa executável, a saída terá sempre o mesmo número de caracteres (que pode variar dependendo do algoritmo). As alterações indesejadas em uma transação ou em um bloco na *blockchain* são facilmente detectadas com o uso das funções *hash* (fonte: ARAÚJO; SANTOS, 2019; CONCEIÇÃO; ROCHA; DE PAULA, 2019).

**Nonce:** é um número aleatório usado em criptografia dentro dos chamados protocolos de autenticação. Em uma rede *blockchain* baseada em *Proof of Work* (Prova de Trabalho), o *nonce* funciona em combinação com a função *hash* como elemento de controle para evitar a manipulação do bloco. Esse número aleatório garante que *hashes* antigos não possam ser reutilizados nos chamados ataques de repetição (fonte: <https://academy.bit2me.com/pt/o-que-%C3%A9-nonce/>).

**Peer-to-peer:** é uma arquitetura de redes de computadores onde cada um dos pontos ou nós da rede funciona tanto como cliente quanto como servidor, permitindo compartilhamentos de serviços e dados sem a necessidade de um servidor central. Todos os nós possuem uma cópia da base de dados, isso garante maior segurança contra ameaças e a disponibilidade do sistema mesmo que algum nó não esteja em

funcionamento (fonte: ARAÚJO e SANTOS, 2019; CONCEIÇÃO; ROCHA; DE PAULA, 2019).

**Smart contract:** é um protocolo de computador autoexecutável criado com a popularização das criptomoedas e seu objetivo visa facilitar e reforçar a negociação ou desempenho de um contrato, proporcionando confiabilidade em transações *online*. A automação inteligente de contratos reduz custos e riscos de erros, mitiga riscos de fraude e, potencialmente, otimiza muitos processos de negócios. As informações inseridas no acordo realizam ações que são executadas automaticamente a partir das condições estabelecidas previamente e sem o risco de fraudes e alterações. Isso só é possível porque o *smart contract* é imutável e inviolável. O fundamento dos contratos inteligentes foi proposto pela primeira vez por Nick Szabo – jurista e criptografista – em 1994 (fonte: ARAÚJO; SANTOS, 2019; CONCEIÇÃO; ROCHA; DE PAULA, 2019).

**Timestamp:** representa um instante único, um ponto específico na linha do tempo, e seu valor corresponde a uma determinada quantidade de tempo decorrida a partir de um instante inicial, em outras palavras, é uma cadeia de caracteres denotando a hora ou data que certo evento ocorreu. Essa cadeia de caracteres é geralmente apresentada num formato consistente, permitindo fácil comparação entre duas marcas temporais distintas (fonte: GREVE *et al.*, 2018).

**APÊNDICE F – Resultados Consolidados do Framework do TCU (2019)**

| <b>Grupos de Processos</b> | <b>Há a necessidade de múltiplas partes armazenarem informações em base de dados compartilhados?</b> | <b>Há dificuldade em utilizar uma terceira parte confiável?</b> | <b>Há dificuldade em decidir quem controla ou em qual local o banco de dados será armazenado?</b> | <b>Os participantes da rede têm interesses conflitantes ou problemas de confiança?</b> | <b>Depois de armazenar os registros, os dados não devem ser alterados ou excluídos?</b> | <b>Dados sensíveis nunca serão armazenados</b> | <b>Há a necessidade crítica de armazenar o histórico das transações de forma imutável e inviolável?</b> | <b>Endereço de e-mail</b>                 |
|----------------------------|--|---|---|--|---|--|---|---|
| Atos de Pessoal            | Sim  | Sim   | Sim   | Sim  | Sim   | Sim  | Sim   | hugo.brito@tce.ro.gov.br                  |
| Atos de Pessoal            | Sim  | Sim   | Não   |  |   |  |   | aldrin <sup>o</sup> taborda@tce.ro.gov.br |
| Atos de Pessoal            | Sim  | Não   |   |  |   |  |   | 237@tce.ro.gov.br                         |
| Gestão Fiscal              | Sim  | Sim   | Sim   | Sim  | Sim   | Sim  | Sim   | hugo.brito@tce.ro.gov.br                  |
| Gestão Fiscal              | Sim  | Sim   | Sim   | Sim  | Sim   | Sim  | Sim   | 990495@tce.ro.gov.br                      |
| Gestão Fiscal              | Sim  | Sim   | Sim   | Sim  | Sim   | Sim  | Sim   | 237@tce.ro.gov.br                         |
| Gestão Fiscal              | Sim  | Sim   | Sim   | Sim  | Sim   | Sim  | Sim   | 990495@tce.ro.gov.br                      |
| Gestão Fiscal              | Sim  | Sim   | Sim   | Sim  | Sim   | Não  |   | aldrin <sup>o</sup> taborda@tce.ro.gov.br |
| Gestão Fiscal              | Sim  | Não   |   |  |   |  |   | nbida0240@gmail.com                       |
| Licitações e Contratos     | Sim  | Sim   | Sim   | Sim  | Sim   | Sim  | Sim   | hugo.brito@tce.ro.gov.br                  |
| Licitações e Contratos     | Sim  | Sim   | Sim   | Sim  | Sim   | Sim  | Sim   | 990495@tce.ro.gov.br                      |
| Licitações e Contratos     | Sim  | Sim   | Não   |  |   |  |   | 990495@tce.ro.gov.br                      |
| Licitações e Contratos     | Sim  | Sim   | Sim   | Sim  | Sim   | Não  |   | aldrin <sup>o</sup> taborda@tce.ro.gov.br |
| Licitações e Contratos     | Sim  | Sim   | Sim   | Sim  | Sim   | Não  |   | 237@tce.ro.gov.br                         |
| Prestações de Contas       | Sim  | Sim   | Sim   | Sim  | Sim   | Sim  | Sim   | aldrin <sup>o</sup> taborda@tce.ro.gov.br |
| Prestações de Contas       | Sim  | Sim   | Sim   | Sim  | Sim   | Sim  | Sim   | hugo.brito@tce.ro.gov.br                  |
| Prestações de Contas       | Sim  | Sim   | Sim   | Sim  | Sim   | Sim  | Sim   | 990495@tce.ro.gov.br                      |
| Prestações de Contas       | Sim  | Sim   | Sim   | Sim  | Sim   | Não  |   | 237@tce.ro.gov.br                         |
| Projeção de Receitas       | Sim  | Sim   | Sim   | Sim  | Sim   | Sim  | Sim   | hugo.brito@tce.ro.gov.br                  |



**APÊNDICE G – Resultados Consolidados do Framework de PECK (2017)**

| Considerando as informa | Há necessidade de uma tecnologia de banco de dados tradicional (DLT)? | Há necessidade de mais de um dos participantes atualizarem os dados | Todos os participantes confiam um no outro? | Os usuários podem delegar a confiança a um terceiro? | É provável que esse banco de dados pode ser atacado ou censurado? É preciso cópias redundantes em múltiplos computadores distribuídos? | Os bancos de dados precisam ser guardados de forma privada? | Há necessidade de controlar quem pode fazer alterações na <i>blockchain</i> ? | Endereço de e-mail                        |
|-------------------------|---|---|---|--|--|---|---|---|
| Atos de Pessoal         | Não   | Sim   | Não   | Sim  |  |   |   | hugo.brito@tce.ro.gov.br                  |
| Atos de Pessoal         | Não   | Sim   | Não   | Não  |  | Não   | Sim   | 237@tce.ro.gov.br                         |
| Atos de Pessoal         | Não   | Sim   | Não   | Não  |  | Não   | Sim   | 990495@tce.ro.gov.br                      |
| Atos de Pessoal         | Sim   |   |   |  |  |   |   | aldrin <sup>o</sup> taborda@tce.ro.gov.br |
| Prestação de Contas     | Não   | Sim   | Sim   |  | Sim  | Não   | Sim   | hugo.brito@tce.ro.gov.br                  |
| Prestação de Contas     | Sim   |   |   |  |  |   |   | aldrin <sup>o</sup> taborda@tce.ro.gov.br |
| Prestação de Contas     | Não   | Sim   | Não   | Não  |  | Não   | Sim   | 990495@tce.ro.gov.br                      |
| Prestação de Contas     | Não   | Sim   | Não   | Não  |  | Não   | Sim   | 237@tce.ro.gov.br                         |
| Gestão Fiscal           | Não   | Sim   | Sim   |  | Sim  | Não   | Sim   | hugo.brito@tce.ro.gov.br                  |
| Gestão Fiscal           | Não   | Sim   | Não   | Não  |  | Não   | Sim   | aldrin <sup>o</sup> taborda@tce.ro.gov.br |
| Gestão Fiscal           | Não   | Sim   | Não   | Não  |  | Não   | Sim   | 990495@tce.ro.gov.br                      |
| Gestão Fiscal           | Não   | Sim   | Não   | Não  |  | Não   | Sim   | 237@tce.ro.gov.br                         |
| Licitações e Contratos  | Não   | Sim   | Não   | Sim  |  |   |   | hugo.brito@tce.ro.gov.br                  |
| Licitações e Contratos  | Não   | Sim   | Não   | Não  |  | Não   | Sim   | aldrin <sup>o</sup> taborda@tce.ro.gov.br |
| Licitações e Contratos  | Não   | Sim   | Não   | Não  |  | Sim   |   | 990495@tce.ro.gov.br                      |
| Licitações e Contratos  | Não   | Sim   | Não   | Não  |  | Não   | Sim   | 237@tce.ro.gov.br                         |
| Projeção de Receitas    | Não   | Sim   | Sim   |  | Sim  | Não   | Sim   | hugo.brito@tce.ro.gov.br                  |
| Projeção de Receitas    | Não   | Sim   | Não   | Sim  |  |   |   | aldrin <sup>o</sup> taborda@tce.ro.gov.br |
| Projeção de Receitas    | Não   | Sim   | Não   | Não  |  | Não   | Sim   | 990495@tce.ro.gov.br                      |
| Projeção de Receitas    | Não   | Sim   | Não   | Não  |  | Não   | Sim   | 237@tce.ro.gov.br                         |
| Projeção de Receitas    | Não   | Sim   | Não   | Não  |  | Sim   |   | nbida0240@gmail.com                       |

## ANEXO A – Comprovante de submissão/publicação de artigos

### [CP] Decisão editorial

Denise <projetos.lede@gmail.com>

Sex, 05/08/2022 21:37

Para:

- Oscar Carlos das Neves Lebre <oscarlebre@hotmail.com>;
- Ewerton Rodrigues Andrade <ewerton<sup>o</sup>andrade@unir.br>;
- Márcio Rodrigues Miranda <marcio.miranda@ifro.edu.br>

Oscar Carlos das Neves Lebre, Ewerton Rodrigues Andrade, Márcio Rodrigues Miranda:

Nós chegamos a uma decisão referente a sua submissão para o periódico Cadernos de Prospecção, "A TECNOLOGIA *BLOCKCHAIN* NOS TRIBUNAIS DE CONTAS DO BRASIL".

Nossa decisão é de: Aceitar a Submissão

=====

Revista Cadernos de Prospecção

<https://periodicos.ufba.br/index.php/nit>

## ANEXO B – Comprovante do workshop sobre *blockchain*

29/11/2021 08:15

Intranet TCE-RO | Tribunal de Contas do Estado de Rondônia

(69) 3211-9001 (tel:32119001)

Público: de 7h30 às 13h30  
Protocolo: de 7h30 às 18h00 .

TRIBUNAL DE CONTAS DO  
ESTADO DE RONDÔNIA



### ESCon oferece vagas a servidores do TCE e do MPC para workshop on-line sobre “blockchain”

29 de novembro de 2021 | 7:29



(<http://www.tce.ro.gov.br/wp-content/uploads/2021/11/blockchain-1.jpeg>)

Dentro da ação pedagógica denominada “Disseminação da Informação Técnico-Científica”, a Escola Superior de Contas (ESCon) realizará nesta quarta-feira (1º de dezembro) workshop sobre “blockchain”, um tipo de base de dados distribuída que guarda um registro de transações permanente e à prova de violação.

Servidores do Tribunal de Contas (TCE-RO) e do Ministério Público de Contas (MPC-RO) compõem o público-alvo da capacitação, que será realizada no período da tarde, das 14h30 às 17h30.

A atividade remota será realizada via Plataforma Teams e ministrada pelo servidor Oscar Carlos das Neves Lebre, que é discente do Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação (PROFNIT) do Instituto Federal de Rondônia (IFRO), e pelo professor doutor Ewerton Andrade.

As inscrições só podem ser feitas, exclusivamente, pelo portal da Escola Superior de Contas, neste endereço: <https://sophos.tzero.tc.br/> (<https://sophos.tzero.tc.br/>). As vagas para o curso são limitadas.

#### OBJETIVO E EMENTA

De acordo com a Escola Superior de Contas, o principal objetivo do workshop é apenas divulgar o resultado da pesquisa científica materializada pelo servidor, como também disseminar a informação sobre “blockchain”, incentivar o interesse pela realização de novas pesquisas sobre a temática.

Nesse sentido, a ementa da capacitação traz conteúdos relativos à temática, como conceitos básicos; a importância do desenvolvimento de uma rede descentralizada de registro público sem a intermediação de uma autoridade central para validação desses documentos/informações, o qual se daria de forma automática e on-line.

- **Faça aqui sua inscrição.** (<https://sophos.tzero.tc.br/>)

TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DE RONDÔNIA

© Todos os Direitos Reservados

Av. Presidente Dutra, 4229, bairro Olaria Porto Velho - Rondônia CEP: 78801-327

Telefone: (69) 3211-9001

## ANEXO C – Formulários aplicados durante o workshop sobre *blockchain*

### ATIVIDADE 01 - 1 min

#### APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA *BLOCKCHAIN*

Com base nas informações de que disponha sobre a tecnologia *blockchain*, é que solicitamos para que responda o presente questionário com vista a validação do framework criado pelo TCU (2020).

\*Obrigatório

E-mail \*

1. Considerando as informações obtidas no workshop sobre *blockchain* realizado pela ESCON/TCE-RO marque a opção que entende pertinente para responder o seguinte questionamento: Na sua opinião a tecnologia *blockchain* poderia ser utilizada no âmbito do Tribunal de Contas em qual grupo de processos?

\* *Marcar apenas uma oval.*

- Nos processos de fiscalização de atos de pessoal (Admissão, reforma militar, reservada remunerada, pensão e aposentadoria).
- Nos processos de fiscalização de certames e contratos (Editais de licitações, Inexigibilidade, Dispensa, Concurso Público e Teste Seletivo Simplificado).
- Nos processos de fiscalização de prestações de contas (Prefeitura, Câmara, Institutos de Previdência/Autarquia, Empresas Públicas, Consórcio Públicos, Sociedade de Economia Mista e Fundos Especiais).
- Nos processos de fiscalização de gestão fiscal (Poderes Executivo, Legislativo e Judiciário e Órgãos autônomos (MP, TCE e Defensoria Pública).
- Nos processos de projeção de receitas (Poderes Executivo, Legislativo e Judiciário).

Considerando o grupo de processos anteriormente identificado por você com potencial de aderência à tecnologia *blockchain*, responda as próximas questões:

Questão A

2. Há a necessidade de múltiplas partes armazenarem informações em base de dados compartilhados?

\* *Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não *Pular para a seção 9 (Baixo potencial de utilização)*

Questão B

3. Há dificuldade em utilizar uma terceira parte confiável on line a todo momento?

\* *Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não *Pular para a seção 9 (Baixo potencial de utilização)*

Questão C

4. Há dificuldade em decidir quem controla ou em qual local o banco de dados será armazenado?

\* Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não *Pular para a seção 9 (Baixo potencial de utilização)*

#### Questão D

5. Os participantes da rede têm interesses conflitantes ou problemas de confiança?

\* Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não *Pular para a seção 10 (Baixo potencial de utilização, mas pode se beneficiar de uma DLT)*

#### Questão E

6. Depois de armazenar os registros, os dados não devem ser alterados e excluídos?

\* Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não *Pular para a seção 10 (Baixo potencial de utilização, mas pode se beneficiar de uma DLT)*

#### Questão F

7. Dados sensíveis nunca serão armazenados no livro-razão?

\* Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não *Pular para a seção 10 (Baixo potencial de utilização, mas pode se beneficiar de uma DLT)*

#### Questão G

8. Há a necessidade crítica de armazenar o histórico das transações de forma imutável e inviolável?

\* Marcar apenas uma oval.

- Sim *Pular para a seção 11 (Tecnologia blockchain é fortemente indicada)*
- Não *Pular para a seção 10 (Baixo potencial de utilização, mas pode se beneficiar de uma DLT)*

Seção 9 (Neste caso, a tecnologia *blockchain*/DLT tem baixo potencial de utilização).

Seção 10 (Baixo potencial de utilização, mas pode se beneficiar de uma DLT).

Seção 11 (Tecnologia *blockchain* é fortemente indicada).

---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

## ATIVIDADE 02 - 1 min<sup>0</sup>

### APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA *BLOCKCHAIN*

Com base nas informações adquiridas sobre a tecnologia *blockchain*, é que solicitamos para que responda o presente questionário com vista a validação do framework criado pelo PECK (2017).

\*Obrigatório

E-mail \*

1. Considerando as informações obtidas no workshop sobre *blockchain* realizado pela ESCON/TCE-RO marque a opção que entende pertinente para responder o seguinte questionamento: Na sua opinião a tecnologia *blockchain* poderia ser utilizada no âmbito do Tribunal de Contas em qual grupo de processos?

\* *Marcar apenas uma oval.*

- Nos processos de fiscalização de atos de pessoal (Admissão, reforma militar, reservada remunerada, pensão e aposentadoria).
- Nos processos de fiscalização de certames e contratos (Editais de licitações, Inexigibilidade, Dispensa, Concurso Público e Teste Seletivo Simplificado).
- Nos processos de fiscalização de prestações de contas (Prefeitura, Câmara, Institutos de Previdência/Autarquia, Empresas Públicas, Consórcio Públicos, Sociedade de Economia Mista e Fundos Especiais).
- Nos processos de fiscalização de gestão fiscal (Poderes Executivo, Legislativo e Judiciário e Órgãos autônomos (MP, TCE e Defensoria Pública).
- Nos processos de projeção de receitas (Poderes Executivo, Legislativo e Judiciário).

Considerando o grupo de processos anteriormente identificado por você com potencial de aderência à tecnologia *blockchain*, responda as próximas questões:

Questão A

2. Há necessidade de uma tecnologia de banco de dados tradicional?

\**Marcar apenas uma oval.*

- Sim *Pular para a seção 9 (Você não precisa de uma Blockchain)*
- Não

Questão B

3. Há necessidade de mais de um dos participantes atualizarem os dados?

\* *Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não *Pular para a seção 9 (Você não precisa de uma Blockchain)*

Questão C

4. Todos os participantes confiam um no outro?

\* *Marcar apenas uma oval.*

- Sim *Pular para a pergunta 7*
- Não

Questão D

5. Os usuários podem delegar a confiança a um terceiro?  
*\* Marcar apenas uma oval.*
- Sim *Pular para a seção 9 (Você não precisa de uma Blockchain)*
- Não *Pular para a pergunta 8*

Questão E

6. É provável que esse banco de dados pode ser atacado ou censurado? Você precisa cópias redundantes em múltiplos computadores distribuídos?  
*\* Marcar apenas uma oval.*
- Sim
- Não *Pular para a seção 9 (Você não precisa de uma Blockchain)*

Questão F

7. Os bancos de dados precisam ser guardados de forma privada?  
*\* Marcar apenas uma oval.*
- Sim *Pular para a seção 10 (Você poderia usar uma Blockchain Privada Permissionada)*
- Não

Questão G

8. Há necessidade de controlar quem pode fazer alterações na *blockchain*?  
*\* Marcar apenas uma oval.*
- Sim *Pular para a seção 10 (Você poderia usar uma Blockchain Privada Permissionada)*
- Não *Pular para a seção 11 (Você poderia usar uma Blockchain Pública)*

*Seção 9 (Com base na resposta dada, obtém-se como resultado que NÃO há a necessidade de implantação da tecnologia blockchain).*

*Seção 10 (Você poderia usar uma Blockchain Privada Permissionada).*

*Seção 11 (Você poderia usar uma Blockchain Pública).*

---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.