

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM
INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E PROPRIEDADE INTELECTUAL**

JONATHAN HENRIQUE SOUZA

GOVERNO 4.0:

Análise e proposições sobre a adoção tecnológica de blockchain por governos

Belo Horizonte
2021

JONATHAN HENRIQUE SOUZA

GOVERNO 4.0:

Análise e proposições sobre a adoção tecnológica de blockchain por governos

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual.

Área de concentração: Gestão da Inovação e Empreendedorismo

Linha de Pesquisa: Gestão do Empreendedorismo Tecnológico

Orientadora: Professora Dra. Renata Simões Guimarães e Borges, PhD

BELO HORIZONTE - MG

2021

043 Souza, Jonathan Henrique.
Governo 4.0: análise e proposições sobre a adoção tecnológica de blockchain por governos [manuscrito] / Jonathan Henrique Souza. – 2021.
178 f.: il. ; 29,5 cm.

Orientadora: Professora Dra. Renata Simões Guimarães e Borges.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas. Curso de Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual.

1. Inovação Organizacional. 2. Setor Público. 3. Governança de TI. 4. Empreendedorismo. I. Borges, Renata Simões Guimarães e. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. III. Título.

CDU: 608.5



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE FISIOLOGIA E FARMACOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E PROPRIEDADE INTELECTUAL

ATA DA DEFESA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 128 DE JONATHAN HENRIQUE SOUZA

Às 14:00 horas do dia 31 de maio de 2021, em ambiente virtual, realizou-se a sessão pública para a defesa da Dissertação de Jonathan Henrique Souza. A presidência da sessão coube à Profa. Dra. Renata Simões Guimarães e Borges, FACE/UFMG – Orientadora. Inicialmente a Presidente fez a apresentação da Comissão Examinadora assim constituída: Prof. Dr. Roberto Gonzalez Duarte, FACE/UFMG; Prof. Dr. Marcus Vinicius Gonçalves da Cruz, Fundação João Pinheiro; Profa. Dra. Maria Cecília Pereira, Escola de Engenharia/UFMG - suplente; e Profa. Dra. Renata Simões Guimarães e Borges, FACE/UFMG – Orientadora. Em seguida, o candidato fez a apresentação do trabalho que constitui sua Dissertação de Mestrado, intitulada “GOVERNO 4.0: Análise e proposições sobre a adoção tecnológica de blockchain por governos”. Seguiu-se a arguição pelos examinadores e, logo após, a Comissão reuniu-se, sem a presença do candidato e do público e decidiu considerar aprovada a Dissertação de Mestrado. O resultado final foi comunicado publicamente ao candidato pela Presidente da comissão. Nada mais havendo a tratar, a Presidente encerrou a sessão e lavrou a presente ata que, depois de lida, se aprovada, será assinada eletronicamente pela Comissão Examinadora. Belo Horizonte, 31 de maio de 2021.



Documento assinado eletronicamente por **Renata Simoes Guimaraes e Borges, Professora do Magistério Superior**, em 01/06/2021, às 11:27, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcus Vinicius Gonçalves da Cruz, Usuário Externo**, em 02/06/2021, às 11:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Roberto Gonzalez Duarte, Professor do Magistério Superior**, em 02/06/2021, às 17:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0758295** e o código CRC **9829840F**.

*Dedico este trabalho à minha mãe e a minha
madrinha que me ensinaram o poder da
educação*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me sustentado e me guiado. Hoje, vejo o quanto Ele foi generoso, cuidando de todos os momentos e passos dados ao longo desta caminhada. Confio que seus planos são maiores que os nossos.

Gostaria de agradecer à minha mãe que é meu alicerce e minha inspiração. Ela é o motivo de ser quem eu sou, de carregar comigo uma força potente em acreditar que o amanhã será melhor do que o hoje. Ela sempre me mostrou que eu era capaz, que o mundo poderia ser meu se eu lutasse pelos meus sonhos.

Dedico esse trabalho à minha madrinha Graça, que é meu exemplo maior. Ela é minha segunda mãe e sempre me incentivou a estudar, me deu bons conselhos e é a responsável por eu ter escolhido o setor público como caminho. Agradeço por ela ter me escolhido como afilhado antes mesmo de eu nascer e ter ofertado um ombro amigo à minha mãe quando ela ficou sabendo da gravidez. Você falou que ia ajudar minha mãe a me criar e assim fez. Você merece essa e muitas outras homenagens.

Agradeço à Nathália, minha futura esposa, que com muita paciência soube me compreender em diversos momentos que precisei passar tardes na frente de um computador ao invés de estar com ela. Agradeço o incentivo nos vários momentos que pensava em desistir e que achava que não iria dar.

Quero agradecer muito à minha orientadora, Renata Borges, que foi incrível durante todo o processo de orientação. Soube compreender meus momentos de pressão no trabalho e na vida, me acolheu como aluno e como pessoa. Foi fundamental nas críticas e nas correções, sem deixar de ser rígida. Agradeço por cada reunião que me deu esperança de que eu iria conseguir.

Agradeço à minha equipe da DPE, em especial à Amanda, que segurou muito a barra no trabalho em alguns momentos que precisei me ausentar para conseguir concluir meu trabalho.

Por fim, agradeço a todos meus amigos maravilhosos que foram compreensivos durante esse processo que tive que me ausentar até de mandar mensagens e de encaminhar memes no *Instagram*. Todos que torceram por mim e sempre mandaram mensagens de apoio.

*Tem quem fica a ver navios
E tem quem chega longe de jangada.
Djonga*

Resumo

Esta dissertação aborda a adoção tecnológica de blockchain no âmbito do setor público. O objetivo central é identificar como o Estado de Minas Gerais pode superar os atuais desafios apontados pelos gestores na implantação de blockchain como tecnologia para aprimorar a gestão da cadeia de carvão, a fim de melhorar o desempenho organizacional a partir da experiência do governo holandês com a *Dutch Blockchain Coalition* (DBC). O referencial teórico aborda inovação no setor público, mudança organizacional, adoção tecnológica e blockchain. Realizou-se um estudo de caso, pesquisas documentais em sites oficiais dos governos e entrevistas semiestruturadas com gestores públicos mineiros e um representante da DBC. A partir das entrevistas dos servidores estaduais identificou-se os principais desafios para a implantação de blockchain e, baseado nisso, foi elaborado o roteiro da entrevista com o governo holandês para identificar como esses superaram os desafios vivenciados por Minas Gerais. Utilizou-se o modelo de adoção tecnológica de Holotiuk e Moormann, (2018) que segmenta o processo de adoção nas seguintes dimensões: tecnologia, organização, pessoas e gestão de projetos. As perguntas e respostas foram agrupadas de acordo com a dimensão correlata. Como resultado, observou-se que os conhecimentos mais relevantes para Minas Gerais pertencem às dimensões Tecnologia e Pessoas. Na tecnologia, tem-se a indicação da criação de carteiras de dados para facilitar a escolha de plataformas e a utilização de ciclos curtos de desenvolvimento e testes. A dimensão pessoas aponta a importância do Estado se aproximar das universidades em busca de apoio no desenvolvimento de soluções tecnológicas. Ao fim do trabalho conclui-se que a tecnologia de blockchain é uma tecnologia aderente aos problemas vivenciados pela gestão da cadeia do carvão e que, caso adotada, pode apresentar aumento de desempenho da gestão pública. Além disso, entende-se que a experiência holandesa de adoção de blockchain pode ser significativa para o estado mineiro. As contribuições teóricas avançam o conhecimento sobre adoção tecnológica, curva S e adoção de blockchain. O conhecimento desenvolvido ao longo deste trabalho foi consolidado em um canvas de adoção de blockchain.

Palavras-chave: Inovação no setor público. Mudança organizacional. Adoção tecnológica. Blockchain.

Abstract

This dissertation addresses the technological adoption of blockchain within the public sector. The main objective is to identify how the State of Minas Gerais can overcome the current challenges pointed out by managers in the implementation of blockchain as a technology to improve the management of the coal chain, in order to improve organizational performance based on the experience of the Dutch government with the Dutch Blockchain Coalition (DBC). The theoretical framework addresses public sector innovation, organizational change, technological adoption and blockchain. A case study, documentary research on official government websites and semi-structured assessments with public managers from Minas Gerais and a DBC representative were carried out. From the characteristics of state employees, the main challenges for the implementation of blockchain were identified and, based on this, an interview script with the Dutch government was prepared to identify how they overcome the challenges experienced by Minas Gerais. The technology adoption model by Holotiuk and Moormann (2018) was used, which segments the adoption process into the following dimensions: technology, organization, people and project management. Questions and answers were grouped according to the correlated dimension. As a result, it is observed that the most relevant knowledge for Minas Gerais belongs to the Technology and People dimensions. In technology, there is an indication of the creation of data portfolios to facilitate the choice of platforms and use of development and testing cycles. The people dimension points to the importance of the State approaching universities in search of support in the development of technological solutions. At the end of the work, it is concluded that a blockchain technology is a technology that adheres to the problems experienced by the management of the coal chain and that, if adopted, it can increase the performance of public management. Furthermore, it is understood that the Dutch experience of adopting the blockchain can be significant for the state of Minas Gerais. The theoretical contributions advance knowledge about technology adoption, S curve and blockchain adoption. The knowledge developed throughout this work was consolidated in a blockchain adoption canvas.

Keywords: Innovation in the public sector. Organizational change. Technological adoption. Blockchain.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Processo de Adoção Tecnológica	41
Figura 2 – Curva S de uma tecnologia	46
Figura 3 – Curva S ampliada à adoção organizacional	48
Figura 4 – Curva S ampliada.....	49
Figura 5 – Estrutura e encadeamento de blocos.....	58
Figura 6 – Funcionamento genérico de uma blockchain	59
Figura 7 – Arquitetura servidor centralizado e servidor descentralizado	60
Figura 8 – Propriedades da tecnologia blockchain.....	64
Figura 9 – Impactos potenciais da blockchain no setor público.....	67
Figura 10 – Modelo conceitual de adoção organizacional.....	80
Figura 11 – Distribuição de indústrias que utilizam carvão vegetal no Brasil	96
Figura 12 – Macro etapas da cadeia do carvão vegetal de acordo com os instrumentos.....	103
Figura 13 – Curva S Ampliada para Minas Gerais e Holanda (DBC)	132
Figura 14 – Árvore de decisão quanto à necessidade de utilizar a tecnologia blockchain/DLT.....	150
Figura 15 - Blockchain Canvas.....	151
Figura 16 – Modelo Canvas de aplicações blockchain.....	152
Figura 17 – Canvas para Adoção Tecnológica de Blockchain	153
Figura 18 – Dimensões da adoção no modelo canvas.....	154
Figura 19 – Planejamento por Linhas.....	155

TABELA

Tabela 1 – Despesa Empenhada do IEF por fonte orçamentária (2016 a 2020)	99
Tabela 2 – Quantidade de carvão apreendido em metro cúbico (M ³)	108
Tabela 3 – Quantidade de carvão apreendido em Quilograma (Kg)	109

QUADROS

Quadro 1 - Revisão bibliográfica das definições de mudança organizacional.....	30
Quadro 2 – Aplicações da Blockchain no setor público.....	67
Quadro 3 – Apresentação dos entrevistados por área de atuação	88
Quadro 4 – Bloco de perguntas.....	90
Quadro 5 – Categorias de análise propriedades da blockchain	92
Quadro 6 – Categorias de análise por dimensão	93

LISTA DE SIGLAS

BC3	<i>Blockchain Core Competence Center</i>
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CAF-SIAM	Controle de Atividades Florestais do Sistema Integrado de Informação Ambiental
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CPF	Cadastro de Pessoa Física
DAE	Documento de Arrecadação Estadual
DBC	<i>Ducth Blockchain Coaliton</i>
DCC	Declaração de Corte e Colheita
DCF	Declaração de Colheita de Florestas Plantadas e Produção de Carvão
DLT	<i>Distributed Ledger Technology</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
FEAM	Fundação Estadual de Meio Ambiente
GCA	Guia de Controle Ambiental Eletrônica
IBA	Indústria Brasileira de Árvores
IEF	Instituto Estadual de Florestas
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
INDI	Instituto de Desenvolvimento Integrado de Minas Gerais
ITS - Rio	Instituto de Tecnologia e Sociedade do Rio
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PMMG	Polícia Militar de Minas Gerais
POC	<i>Proof of Concept</i>
PRODEMGE	Companhia de Tecnologia da Informação do Estado de Minas Gerais
PTA-RE	Processo Tributário Administrativo
SEAPA	Segundo a Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento
SEDE	Secretária Estadual de Desenvolvimento Econômico
SEF	Secretaria Estadual de Fazenda
SEI	Sistema Eletrônico de Informações
SEMAD	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
SISEMA	Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
TAM	<i>Technology Acceptance Model</i>
TI	Tecnologia da Informação
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
TOE	<i>Technology-Organization-Environment</i>
UFLA	Universidade Federal de Lavras
URFBIO	Unidade Regional de Florestas e Biodiversidade

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO	26
2.1 Mudança Organizacional e Inovações no Setor Público	29
2.1.1 O Conceito de inovação no setor público	33
2.1.2 Adoção tecnológica	37
2.1.3 Curva S ampliada	45
2.2 O Estado como Agente da Inovação	51
2.3 Blockchain	55
2.3.1 Blockchain e o Estado	66
2.4 Adoção de Blockchain	71
2.4.1 Processo de adoção tecnológico aplicado à Blockchain	72
2.4.2 Desafios organizacionais	75
2.4.3 Modelo conceitual de adoção tecnológica	78
3 METODOLOGIA	85
3.1 Caracterização da Pesquisa	85
3.2 Caso e Participantes	86
3.3 Coleta de Dados	89
3.4 Categorias de Análise	91
3.5 Análise de Dados	94
4. ANÁLISE DE DADOS	96
4.1 Carvão Vegetal em Minas Gerais	96
4.1.1 Fraude na cadeia do carvão vegetal	105
4.1.1.1 Consequências ambientais	108
4.1.1.2 Consequências burocráticas	110
4.2 Blockchain como Solução	112
4.2.1 Transparência, auditabilidade e rastreabilidade	112
4.2.2 Integração de informações dentro e fora dos limites da administração pública (distribuído e descentralizado)	114
4.2.3 Automação de transações e processos	115
4.2.4 Integridade das informações (imutabilidade e integridade)	117
4.2.5 Autenticação das transações (irrefutabilidade)	119
4.2.6 Disponibilidade	119
4.2.7 Aderência da blockchain à gestão da cadeia do carvão vegetal	120
4.3 O Contexto de Blockchain nos Governos Analisados	121
4.3.1 Minas Gerais	121

4.3.2 Holanda.....	123
4.3.3 Comparação entre as experiências do Governo de Minas Gerais e da Holanda.....	131
4.4 Desafios do Governo de Minas Gerais e Aprendizados da <i>Dutch Blockchain Coalition</i>	134
4.4.1 Tecnologia.....	135
4.4.1.1 Minas Gerais	135
4.4.1.2 Holanda.....	136
4.4.2 Organização	139
4.4.2.1 Minas Gerais	139
4.4.2.2 Holanda.....	139
4.4.3 Pessoas	141
4.4.3.1 Minas Gerais	141
4.4.3.2 Holanda.....	142
4.4.4 Gestão de projetos	144
4.4.4.1 Minas Gerais	144
4.4.4.2 Holanda.....	144
4.4.5 Considerações e aprendizados para o Governo de Minas Gerais	145
4.5 Modelo Gerencial de Adoção de Blockchain.....	148
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	158
5.1 Limitações	163
5.2 Pesquisa Futura	164
5.3 Conclusão da Pesquisa.....	165
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	167
APÊNDICE A – Perguntas feitas ao servidores de Minas Gerais	178
APÊNDICE B – Perguntas feitas ao representante holandês da DBC em inglês	180
APÊNDICE C – Canvas de adoção de blockchain	181

1 INTRODUÇÃO

A discussão a respeito da crise financeira e econômica que os estados brasileiros têm enfrentado nos últimos anos vem dominando a pauta da gestão pública. Minas Gerais, por exemplo, paga o salário de seus servidores de forma parcelada e escalonada desde 2016 (COURA, 2020). Além disso, o próprio governo reconhece que a crise agravada pela pandemia do novo corona vírus pode fazer o déficit fiscal alcançar o valor de R\$ 20 bilhões em 2020 (AGÊNCIA MINAS, 2020a). Os estados que enfrentam graves dificuldades financeiras precisam rever suas contas e buscar meios de melhorar a arrecadação, como uma possível alternativa.

O estado de Minas Gerais é reconhecido pela vocação para a mineração e a metalurgia. A atividade metalúrgica é o quarto setor industrial que mais contribui com a arrecadação no estado (MINAS GERAIS, 2018a). Dos elementos que compõem a cadeia da metalurgia, o carvão vegetal se destaca como um dos mais relevantes, pois é o insumo responsável por manter os fornos em funcionamento. O Brasil é líder mundial na produção de carvão vegetal, sendo responsável por 11% de todo o carvão vegetal no ano de 2018, além disso, houve um aumento no consumo do produto pelo mercado brasileiro entre os anos de 2017 e 2018 na ordem de 4,6 milhões de toneladas, correspondente a 2,5% de aumento (IBA, 2019).

Minas Gerais possui a maior concentração de empresas que utilizam carvão vegetal no processo de produção de ferro-gusa, de ferro-ligas e de aço, de acordo com a Indústria Brasileira de Árvores (IBA). Consequentemente, isso faz de Minas Gerais o principal produtor e consumidor de carvão vegetal (IBA, 2019).

Diante desse cenário, o Estado deve exercer o papel regulador no consumo de carvão vegetal, seja em questões ambientais ou relacionadas às condições de trabalho, transporte e comercialização do produto. Esse papel é desempenhado via normatização, acompanhamento e fiscalização ativa. Foram consumidos mais de 40 milhões de metros cúbicos de carvão vegetal em Minas Gerais somando os valores dos anos de 2017 e 2018 (MINAS GERAIS, 2019a). Isso equivale a 16 mil piscinas olímpicas cheias ou a quatro Lagoas da Pampulha em volume (UFMG, 2008).

Atualmente, o Instituto Estadual de Florestas (IEF) tem a competência de apoiar a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad) nos processos de regularização ambiental e de fiscalização, aplicação de sanções administrativas no âmbito de sua atuação e atividades correlatas, conforme

a lei estadual Nº 21.972 de 21 de janeiro de 2016. Dentre essas competências, está a gestão da cadeia de produção do carvão vegetal. A cadeia do carvão pode ser agrupada, em três macro etapas, a fim de facilitar a análise: origem, transporte e consumo.

A etapa de origem vai desde o plantio da madeira até a transformação em carvão vegetal e inserção do volume de carvão no sistema. Atualmente, o processo para solicitação da Declaração de Colheita de Florestas Plantadas e Produção de Carvão (DCF), declaração necessária para legalizar a madeira que será transformada em carvão, pode ser feito de forma digital pelo sistema de tramitação de processos e documentos de Minas Gerais. Todavia, se trata de um sistema meramente de tramitação de documentação, o que significa que o processo, mesmo em meio digital, ainda é feito de forma individualizada pelos técnicos do IEF. A digitalização, nesse caso, pode ser vista como uma facilidade para o cidadão ou empresas solicitarem os documentos que envolvem a produção de carvão vegetal, mas não significa uma correlação direta com a melhoria de eficiência do processo de análise e redução de possíveis falhas nas análises. As informações inseridas no sistema são declaratórias e não estão vinculadas a uma base de dados única, sendo que cada processo é analisado individualmente por um servidor público do IEF. Um documento adulterado pode ser inserido no sistema de forma a induzir o servidor público ao erro e aprovar a DCF do solicitante.

Como as informações não são vinculadas em uma única base de dados e são muitos processos com análises individuais, existe a possibilidade de que os dados declarados sejam inconsistentes com a realidade e uma mesma área esteja sendo aplicada em processos diferentes. Esse é um fenômeno denominado pelos servidores do IEF de “esquentar carvão”. Esse fenômeno tem como objetivo tentar legalizar uma colheita de madeira que é irregular, pois é, na maioria das vezes, uma floresta nativa.

O transporte também é uma fase estratégica da cadeia do carvão. Um dos principais riscos é a adulteração de documentos para tentar passar um produto ilegal por legal. Além disso, o transportador precisa andar com uma série de documentos para comprovar que a carga que está transportando está regular.

O consumo se inicia com a entrega da mercadoria e finaliza com o produtor confirmando o volume recebido. O comprador deve dar o aceite da entrega de carvão, se ela confere com o que foi informado na oferta feita no sistema e no documento de transporte. Outra atividade importante para a gestão da cadeia, e que se torna um

processo rotineiro para o comprador, é fazer a gestão do estoque de carvão que foi adquirido, sendo necessário informar o quanto já foi usado e o quanto ainda se tem para utilizar.

A cadeia do carvão tem impacto direto na economia e na arrecadação estadual, fator esse que a torna um aspecto estratégico para o governo. A fase de análise da documentação da origem pode demorar em torno de um mês para ser analisada por um servidor. Além disso, a gestão da cadeia do carvão possui fragilidades que são exploradas por indivíduos a fim de fraudar a legislação prejudicando o meio ambiente e o fisco. Existem problemas na confiabilidade dos dados da localização da colheita da madeira, no controle do volume de carvão que é transportado, e, principalmente, na rastreabilidade da origem do carvão, o que é a garantia de sua origem lícita. Esses problemas impactam diretamente a eficiência da gestão da cadeia do carvão, o desenvolvimento econômico do estado e, conseqüentemente, a arrecadação, além do meio ambiente.

Ao analisar o contexto burocrático e econômico no qual a produção de carvão vegetal está inserida, observa-se a necessidade de modernização dos processos, de forma a melhorar o desempenho da gestão da cadeia do carvão e a redução de fraudes. Portanto, o Estado precisa repensar as estruturas burocráticas, normativas e processuais que envolvem a gestão da cadeia do carvão, com o objetivo permitir a modernização do setor. Todo esse contexto pressiona o Estado para adotar inovações capazes de, além de solucionar esses problemas, aumentar a percepção de valor da sociedade com relação ao poder público e a alcançar melhores resultados (CAVALCANTE; CUNHA, 2017; GIESKE *et al.*, 2018).

A inovação e a modernização do Estado estão mais relacionadas à necessidade dele em sustentar sua legitimidade com o cidadão por meio de respostas às demandas sociais, do que somente criar um governo eficiente (BEKKERS *et al.*, 2011; SCHWELLA, 2005). No entanto, a burocracia que protege o Estado de desvios de conduta dos agentes públicos e/ou políticos, tornou-se exageradamente rígida e desatualizada, com dificuldades de acompanhar a evolução da sociedade e seus anseios (INOJOSA, 1998; SILVA, 2016; TENÓRIO, 1981). Essas complexidades que compõem a burocracia perpassam os diferentes níveis administrativos, que vão desde a construção, até a execução e a manutenção de políticas públicas.

As políticas públicas são respostas governamentais aos problemas sociais e, por isso, os seus formuladores devem responder aos novos cenários a partir de

revisões críticas sobre as políticas públicas vigentes (GARUD, et. al., 2017). A revisão crítica sobre o modo como as políticas públicas estão sendo executadas é um fator crucial para criar um ambiente favorável para o florescimento da inovação como estratégia de melhoria delas (FERREIRA *et al.*, 2015). Todavia, destaca-se que lançar uma visão crítica sobre como o Estado gerencia suas políticas públicas não significa um ataque a ele ou à burocracia em si, mas a abertura de espaço para a busca de soluções melhores diante de novos contextos. Assim sendo, a partir do atual cenário da gestão pública de complexas demandas e respostas, a inovação se mostra como oportunidade para o setor público (CAVALCANTE; CUNHA, 2017).

Mazzucato (2014) destaca o protagonismo do Estado no contexto do fomento à inovação. Nessa perspectiva, a blockchain se mostra uma opção viável para responder à necessidade de modernização e segurança na gestão da cadeia do carvão vegetal. Blockchain é uma tecnologia de registro de transações que tem como característica o encadeamento de informações, permitindo sua rastreabilidade, além de garantir sua confiabilidade devido à possibilidade quase nula de adulterações. Essas características são capazes de melhorar os níveis de serviço em eficiência, economicidade, segurança e transparência (ROBICHEZ *et al.*, 2019). A característica de segurança nos dados se dá principalmente pela impossibilidade de adulteração das informações. Todo dado inserido fica registrado e suas correções, modificações ou atualizações são registradas igualmente.

A blockchain se mostra uma tecnologia segura devido à suas propriedades relacionadas à imutabilidade, transparência, auditabilidade, dentre outras. As informações registradas na blockchain são registradas por um código criptográfico único, o *hash*. A cadeia se conecta por meio da vinculação de *hash* entre os blocos, de forma que um bloco possui em seu identificador parte do *hash* do bloco anterior. Qualquer alteração que seja feita em um dos blocos da cadeia altera sua *hash*, logo é possível rastrear tentativas de fraudes e de adulterações. Todas as transações ficam registradas como um livro-razão compartilhado com os diferentes nós que integram a rede. Esses nós somente permitem a inserção de um novo bloco quando atende ao consenso estabelecido, uma regra automatizada por meio de algoritmos.

O governo holandês tem utilizado blockchain como ferramenta para solução de problemas públicos complexos que envolvem transações, informações seguras e

transparência. A *Dutch Blockchain Coalition* (DBC) é uma *joint venture*¹ entre governo, instituições de conhecimento e indústria que tem como missão promover aplicativos confiáveis, robustos e aceitos socialmente, abrindo espaço para novas aplicações em blockchain e percepção de valor para cidadão, ou seja, consiste em um catalisador e facilitador de iniciativas que utilizam a tecnologia em questão (DUTCH BLOCKCHAIN COALITION, 2020).

A blockchain se mostra uma solução potencialmente viável para situações em que não há confiança entre os pares ou há a necessidade de auditar as informações fornecidas. Esse é o caso do Porto de Roterdã, maior porto da Europa e o principal *hub* marítimo do continente. O embarque de containers em Roterdã envolve, em média, 28 stakeholders e uma média de 200 trocas de informações entre eles (PORT OF ROTTERDAM, 2019). Todas essas interações entre os atores exigem que as informações sejam precisas, confiáveis e que estejam dentro de parâmetros nacionais e internacionais. A blockchain aplicada nos negócios que envolvem o porto é o que garante a confiabilidade das informações, uma vez que reduz a quase zero o risco de adulteração de algum documento, além de facilitar os trâmites processuais com a burocracia.

A exemplo das iniciativas internacionais, a blockchain pode ser considerada uma alternativa para o Governo de Minas Gerais melhorar seus processos de gestão, especificamente em relação à cadeia de carvão. Portanto, este estudo se propõe a investigar como o Governo de Minas Gerais pode inovar na gestão da cadeia de carvão, utilizando a blockchain como tecnologia de gestão e segurança. Com isso, na presente pesquisa, pretende-se responder a seguinte pergunta: como a blockchain pode ser utilizada para modernizar a gestão da cadeia de carvão vegetal realizada pelo Governo de Minas Gerais, a exemplo de iniciativas do governo holandês?

1.1 Objetivos

O objetivo central desse trabalho é identificar como o Estado de Minas Gerais pode superar os atuais desafios apontados pelos gestores públicos no processo de

¹ "Joint Venture, parceria ou aliança entre duas ou mais empresas ou organizações, com base em conhecimentos ou recursos compartilhados para atingir um objetivo específico. O termo joint venture é frequentemente usado para atividades comerciais realizadas por várias firmas, que cumprem regras definidas contratualmente para compartilhar seus ativos e os consequentes riscos e ganhos de sua ação conjunta. O setor público geralmente desempenha o papel de parceiro em uma joint venture, desenvolvendo acordos com empresas ou organizações externas para atingir objetivos específicos. Uma joint venture é distinta de outras formas de parceria entre organizações, como fusões ou acordos contratuais simples". (BEVIR, 2007, p. 503)

adoção de blockchain como tecnologia para aprimorar a gestão da cadeia de carvão, a fim de melhorar o desempenho organizacional a partir da experiência do governo holandês com a *Dutch Blockchain Coaliton* (DBC).

Como objetivos secundários, têm-se:

- Descrever o processo de monitoramento do Governo de Minas Gerais da cadeia de carvão;
- Realizar uma análise de aderência da blockchain à gestão da cadeia do carvão vegetal em Minas Gerais a partir de entrevistas coletadas;
- Desenvolver um modelo para a adoção de blockchain no setor público, a partir dos achados do estudo.

1.2 Justificativa

O fato de, no setor público, o termo inovação apresentar vários significados, além de ser utilizado em contextos diferentes, faz com que seja importante avançar com mais conteúdo sobre o tema inovação tecnológica. Como apontado por Cepik *et al.* (2014), novas tecnologias têm provocado transformações estruturais na democracia, governo e Estado. Reduzindo ainda mais o campo de pesquisa, é importante discutir sobre como inovações tecnológicas podem contribuir para a melhorar os resultados do Estado, sendo tal inovação o uso de blockchain.

A pesquisa em questão focaliza a convergência entre o campo técnico, que é dedicado ao estudo de blockchain, e à implementação de tecnologias no setor público e o campo técnico de administração pública e políticas públicas. Busca-se fazer um diálogo entre tais campos com o intuito de aproximá-los.

Ademais, essa pesquisa tem o objetivo de contribuir para a discussão sobre a temática de aplicação de blockchain em políticas públicas, com a finalidade de ampliar o debate da ferramenta para outros campos além do financeiro. Conforme colocado por Robichez *et. al.* (2019), é necessário ampliar o debate sobre blockchain e suas aplicações na administração pública e experimentações de utilização da ferramenta. A necessidade de discussão e, principalmente, testes com blockchain é necessária para amadurecer as aplicações da tecnologia, conforme Alves *et. al.* (2018), e para além disso, pavimentar o futuro para novos usos da tecnologia. É necessário ampliar os estudos a fim de aumentar a discussão sobre a aplicação de blockchain no setor público, não somente em âmbito técnico, mas, também, acadêmico (MOURA *et al.*, 2020).

A utilização de blockchain pode ser uma importante ferramenta de validação de informações e rastreamento da cadeia de suprimentos, reduzindo fraudes, adulterações e corrupção (ROBICHEZ *et al.*, 2019; MOURA *et al.*, 2020; DUTCH BLOCKCHAIN COALITION, 2020). Contudo, não são apenas os aspectos técnicos da blockchain que devem ser levados em consideração quando se trata da sua adoção por uma organização, neste caso, pelo setor público. Há de se levar em consideração as mudanças organizacionais provocadas pela tecnologia e o processo de adoção tecnológico envolvido (HOLOTIUK; MOORMANN, 2018).

Dessa maneira, é necessário criar uma abordagem adequada para discutir a adoção de blockchain, de forma que seja feita uma real avaliação da tecnologia como solução para os problemas identificados. Tal análise deve ser capaz de avaliar a aderência da blockchain individual aos problemas enfrentados pelo setor público, de forma que a tecnologia não seja utilizada de forma indiscriminada. Logo, a elaboração de um modelo que auxilie o gestor público nessa tomada de decisão sobre a adoção de blockchain também é necessária, sendo essa uma das propostas deste trabalho (BATUBARA *et al.* 2018).

Além disso, há uma literatura escassa sobre a adoção de blockchain por organizações, especialmente pelo governo (BATUBARA *et al.*, 2018; HOLOTIUK; MOORMANN, 2018). Assim sendo, este trabalho tem a finalidade de contribuir para o preenchimento desse vácuo literário sobre adoção de blockchain.

Este trabalho não tem a finalidade de esgotar as discussões ou ser o único que propõe um modelo de adoção de blockchain para governo, visto que existem outras iniciativas no Brasil e internacionais, como por exemplo, as iniciativas fomentadas pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e governo como de Dubai e Austrália, respectivamente. O trabalho busca colaborar com a produção de conhecimento e ampliar a discussão da temática.

Essa dissertação está estruturada em cinco capítulos, sendo este de introdução o primeiro. No segundo capítulo, é apresentado o referencial teórico da pesquisa, que aborda os conceitos de mudança organizacional, inovação no setor público, blockchain e suas aplicações, além de aprofundar a discussão sobre adoção tecnológica e adoção de blockchain. O terceiro capítulo é dedicado à metodologia que foi utilizada para a elaboração deste trabalho. O quarto capítulo consiste em uma análise dos dados coletados em entrevistas, e são discutidos os problemas encontrados na gestão da cadeia do carvão, a aderência da blockchain para essa

política pública e a discussão sobre quais são os desafios mineiros e como a experiência holandesa pode contribuir para a superação desses desafios. Por fim, o quinto e último capítulo apresenta as considerações finais sobre a pesquisa elaborada.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo tem como objetivo discutir a relação entre mudança organizacional e inovação, burocracia e inovação, além de discutir adoção tecnológica e blockchain, blockchain e setor público. Os conceitos principais discutidos são: mudança organizacional, burocracia, inovação no setor público, adoção tecnológica e blockchain.

A sociedade tem passado por mudanças significativas em diversas áreas, caracterizadas pela nova era industrial, tecnológica e democrática (QUEIROZ; CKAGNAZAROFF, 2010; SANTOS, 2014). Os avanços tecnológicos, a nova dinâmica do trabalho e o aumento da competitividade devido à globalização são forças que tem pressionado as organizações a mudarem e a evoluírem (STOUTEN *et al.*, 2018). Como colocado por Ceribeli e Merlo (2013), as organizações devem ser vistas por diferentes perspectivas e uma dessas está relacionada às suas constantes transformações.

O Estado, assim como a sociedade, passou e passa por transformações envolvendo objetivos, estrutura, diretrizes e políticas públicas (INOJOSA, 1998; CAVALCANTE; CAMÕES, 2015; MAKOWSKI, 2017). De acordo com Schwella (2005), desafios como o aumento das complexidades das demandas sociais, erosão da confiança nas instituições, boa governança, dentre outros, pressionam o Estado a buscar novas soluções, desde reformas administrativas que aumentem a capacidade de resposta, implementação de novas políticas públicas e políticas e processos inovadores.

A burocracia é constantemente alvo dessas críticas como sendo uma das culpadas pelo resultado apresentado pelos governos. Contudo, mesmo que constantemente atacada, a burocracia weberiana ainda é base da administração pública. Embora, ela seja associada a atrasos, lentidão e ineficiência, os principais problemas estão, na verdade, relacionados às suas disfunções. Por conseguinte, como forma de retomar a eficiência estatal e a eliminar possíveis ineficiências do processo burocrático, a inovação se destaca como uma solução capaz de alavancar a transformação da burocracia e, conseqüentemente, do Estado (SCHWELLA, 2005; MAZZUCATO, 2014; BANNISTER, 2017; TENÓRIO, 1981; BARKOV *et al.*, 2018).

Conforme posto por Bannister (2017) e Tenório (1981), o modelo de administração burocrático não é exclusividade do setor público, sendo comum

também em organizações privadas que apresentam, muitas vezes, estruturas ainda mais rígidas que as do setor público. Segundo Tenório (1981, p.80), burocracia pode ser definida como uma “[...] estrutura de poder hierarquizada segundo a qual certos indivíduos, os burocratas, participam ou executam as decisões de uma organização (seja pública ou privada)”, reforçando o caráter irrestrito da burocracia.

Ao se discutir inovação e burocracia, “[...] é fácil proclamar que precisamos ir além da burocracia; todavia é menos óbvio o que ‘além’ significa” (BANNISTER, 2017, p. 28, tradução nossa). Barkov *et al.* (2018, p. 211, tradução nossa) explicam que “[...] a burocracia tem muitas faces”, o que corrobora com o argumento de Tenório (1981) de que são muitas as burocracias, todavia, salvas as peculiaridades de cada sociedade, elas se mantêm próximas ao modelo weberiano:

A burocracia do setor público, por sua vez, está comprometida com regras ordenadas, estruturas estáveis, tomada de decisão previsível, racionalidade processual e justiça (Du Gay, 2000). Ele gira em torno de conhecimento técnico, especialização e categorização e governança vinculadas a regras. Ele reduz o caos da política e se concentra no gerenciamento de riscos políticos e de reputação (em vez de discernir, criar e explorar oportunidades) (Rhodes, 2011). (CROSBY *et al.*, 2016, p. 658, tradução nossa).

A burocracia ideal weberiana é, em sua essência, um modelo gerencial que busca evitar o patrimonialismo e o uso da máquina pública para interesses pessoais, o que a coloca como necessária quando se buscar construir um Estado pautado na impessoalidade e na igualdade de tratamento. Dessa forma, esperava-se que decisões administrativas baseadas em leis e normas evitassem a captura da máquina pública (BARKOV *et al.*, 2018). Logo,

[...] segundo Weber, a burocracia é uma forma de governança projetada para fornecer uma administração pública justa, profissional e imparcial cujas estruturas o isolam dos males gêmeos da corrupção e do abuso do executivo poder” (BANNISTER, 2017, p. 29, tradução nossa).

A segurança normativa dos procedimentos que sustentam a burocracia é um dos fatores que, segundo Weber, a torna eficiente e ideal (TENÓRIO, 1981). Todavia, essa e outras características da burocracia a tornaram um modelo que possui certa dificuldade em realizar mudanças abruptas, reforçando o argumento de alguns autores de que há um descompasso entre a atualização da burocracia e evolução da

sociedade (BANNISTER, 2017; TENÓRIO, 1981). A sociedade evolui em um ritmo mais acelerado do que a burocracia estatal é capaz de acompanhar. Segundo Barkov *et al.* (2018, p. 214, tradução nossa), “[...] a principal objeção à burocracia é sua incapacidade de reagir à mudança com rapidez suficiente, sua tendência a retardar o progresso e levantar complicações irracionais para qualquer atividade inovadora [...]”, reforçando assim que a burocracia é contra a inovação e reiterando o estigma de que ela é algo atrasado e que deve ser combatida.

Portanto, o descompasso entre a capacidade de respostas do governo e os anseios sociais resultou no aumento da pressão popular sobre os governos e críticas à burocracia. Como dito, as demandas sociais estão ficando mais complexas e exigindo maior atuação intersetorial da burocracia, essa que é por natureza setorializada e especializada. (TENÓRIO, 1981; INOJOSA, 1998; BRANDÃO; BRUNO-FARIA, 2013).

Conforme colocado por Teciano (2014, p. 23), “[...] a interação entre ciência, tecnologia, administração pública e sociedade cria um contexto favorável à inovação em serviços públicos e novas formas de promoção de cidadania [...]”, sendo essa interação necessária para criar soluções inovadoras para resolução dos desafios complexos do século XXI (BRANDÃO; BRUNO-FARIA, 2013). Por conseguinte, a mesma burocracia que é muitas vezes criticada, fica com a responsabilidade de se reinventar, criando mecanismos e rotinas capazes de serem pontos de reflexão e inovação quanto aos seus processos (BARKOV *et al.*, 2018).

A necessidade de repensar a forma como a burocracia deveria se organizar resultou em diversas proposições de modelos administrativos que tinham como objetivo modernizá-la. Cavalcante e Camões (2015) identificaram tendências que têm orientado o caminho da inovação na gestão pública, principalmente após a segunda metade do século XX, expressas por meio das reformas administrativas que surgiram na mesma época. De acordo com os autores, tais tendências podem ser agrupadas em três grupos, sendo eles: o aperfeiçoamento de mecanismo de *accountability*, governos digitais como estratégia de ampliar o acesso e a participação do cidadão nos assuntos do governo, e ampliação de tecnologias da informação objetivando, não só sustentar as outras duas tendências, mas também aumentar a qualidade e eficiência na prestação de serviços públicos (CAVALCANTE; CAMÕES, 2015).

Este estudo traz para a centralidade da discussão a aplicação de novas tecnologias da informação nos processos administrativos do Governo de Minas

Gerais. Em acordo com Cavalcante e Camões (2015), o trabalho busca aprofundar a discussão entre o processo de adoção de tecnologia com a melhoria de desempenho da burocracia.

A modernização burocrática passa pela inovação, temática essa que não é de monopólio do setor privado (CROSBY *et al.*, 2016; BARKOV *et al.*, 2018). Segundo Damanpour e Schneider (2006), a pesquisa é um caminho para orientar na gestão da inovação nas organizações. A partir dela é possível compreender o que é a inovação e qual é o caminho que ela percorre até ser de fato implementada pela organização, no caso, o Estado. Segundo os autores, esse caminho é o da mudança organizacional. Para Damanpour e Scheneider (2006), o processo desde o descobrimento da inovação até o seu uso pleno perpassa a mudança organizacional, neste caso envolvendo tecnologia, a adoção tecnológica.

Trata-se de um processo complexo e simbiótico entre a burocracia, a mudança organizacional e a inovação. Inovar é adequar a burocracia vigente ao contexto contemporâneo, tornando-a eficiente para atender aos anseios da sociedade, sendo tal adequação o processo de mudança organizacional. Como dito no início, a sociedade passa e continua passando por mudanças, por conseguinte, tem-se um processo cíclico que de inovações burocráticas.

2.1 Mudança Organizacional e Inovações no Setor Público

A conceituação de mudança organizacional, como apontada por diversos autores, não padece de consenso entre os acadêmicos, gerando assim uma gama de definições para esse fenômeno (SANTOS, 2014; STOUTEN *et al.*, 2018). Conforme apresentado por Santos (2014), há um grande quadro teórico, mas não necessariamente uma convergência de ideias. O Quadro 1 consolida as principais definições de mudança organizacional encontradas por Santos (2014) de acordo com cada autor.

De acordo com Bressan (2004), mesmo havendo alguma heterogeneidade entre a conceituação dos autores pesquisados, é possível identificar elementos comuns entre eles. Segundo a autora, há uma convergência dos conceitos quanto à importância de planejar a mudança, que é uma resposta ao ambiente e tem por objetivo o aumento de desempenho organizacional. Além disso, a mudança organizacional envolve diversos atores em seus processos.

Quadro 1 - Revisão bibliográfica das definições de mudança organizacional

Definição de mudança organizacional	Referência
Qualquer alteração, planejada ou não, nos componentes organizacionais (pessoas, trabalho, estrutura formal, cultura) ou nas relações entre a organização e seu ambiente, que possa ter consequências relevantes, de natureza positiva ou negativa, para a eficiência, eficácia e/ou sustentabilidade organizacional.	Lima & Bressan (2003)
Toda alteração, planejada ou não, ocorrida na organização, decorrente de fatores internos e/ou externos à mesma que traz algum impacto nos resultados e/ou nas relações entre as pessoas no trabalho.	Bruno-Faria (2000)
Qualquer transformação de natureza estrutural, estratégica, cultural, tecnológica, humana ou de outro componente, capaz de gerar impacto em partes ou no conjunto da organização.	Wood Jr (2000)
São atividades intencionais, proativas e direcionadas para a obtenção as metas organizacionais.	Robbins (1999)
Resposta da organização às transformações que vigoram no ambiente, com o intuito de manter a congruência entre os componentes organizacionais (trabalho, pessoas, arranjos/estrutura e cultura).	Nadler, Shaw, Walton e cols. (1995)
É um acontecimento temporal estritamente relacionado a uma lógica, ou ponto de vista individual, que possibilita às pessoas pensarem e falarem sobre a mudança que percebem.	Ford e Ford (1995)
Sequência de eventos que se desdobram durante a existência da entidade organizacional e que relatam um tipo específico de mudança.	Van de Vem & Poole (1995)
Conjunto de teorias, valores, estratégias e técnicas cientificamente embasadas objetivando mudança planejada do ambiente de trabalho com o objetivo de elevar o desenvolvimento individual e o desempenho organizacional.	Porras e Robertson (1992)
Abstração de segunda ordem, ou seja, trata-se do registro de impressões sobre a relação entre variáveis dinâmicas.	Woodman (1989)
Alteração significativa articulada, planejada e operacionalizada por pessoal interno ou externo à organização, que tenha o apoio e a supervisão da administração superior, e atinja integralmente os componentes de cunho comportamental, estrutural, tecnológico e estratégico.	Araújo (1982)
É uma resposta às crises, considerando como principais elementos da mudança organizacional, a tecnologia, o comportamento social e as instituições e estruturas.	Basil e Cook (1974)

Fonte: Santos (2014, p. 8)

A mudança organizacional pode ser vista como uma ruptura progressiva das antigas estruturas organizacionais, sendo concretizada por meio da adoção de novos procedimentos e arranjos que impactam nas atividades fins da organização (SANTOS, 2014). Um ambiente turbulento é um dos principais catalisadores das mudanças organizacionais significativas, pois o responsável por pressionar a organização a sair de um estado de inércia. As mudanças mais abruptas que modificam o *status quo* da organização devem ser realizadas com atenção e com gerenciamento. Em contraponto a isso, as mudanças pontuais podem ser realizadas de forma que elas se

acomodem aos arranjos organizacionais sem causar desconforto ao *status quo* da organização (BRESSAN, 2004; STOUTEN *et al.*, 2018).

Segundo Policarpo e Borges (2016, p. 83), mudança organizacional pode ser compreendida como “[...] qualquer alteração implementada nos componentes organizacionais (pessoas, trabalho, estrutura formal, cultura, etc)” e/ou nas relações com o ambiente, de forma planejada ou não. A maior parte dos fatores que provoca as mudanças organizacionais tem origens extraorganizacionais. Dessa forma, as organizações devem estar atentas aos sinais que são dados pelos usuários, clientes, consumidores, mercado e cenário econômico. A atenção a esses fatores auxilia a organização a capturar possível vantagem competitiva ao iniciar uma mudança antes de se tornar obsoleta (BRESSAN, 2004).

O surgimento de novas tecnologias, choques econômicos e mudanças legais e de regulamentação se destacam como forças capazes de provocar mudanças na organizações. As forças de mudança e seus efeitos nem sempre são previstos ou mensurados em um primeiro momento, por isso, destaca-se a importância das organizações estarem preparadas para executá-la. A mudança não planejada acontece de forma espontânea ou desencadeada por um fator não previsto anteriormente, não sendo uma ação intencional da organização. Por isso, a prontidão para mudança é um fator importante para garantir a sobrevivência de organizações durante mudanças abruptas (BRESSAN, 2004; SANTOS, 2014).

Ceribeli e Merlo (2013) colocam que as organizações de alto desempenho são aquelas que conseguem perceber as mudanças e se adaptarem a elas rapidamente. Contudo, não há evidências que sugerem qual deva ser a velocidade ideal para que a organização conduza sua mudança (STOUTEN *et al.*, 2018).

A mudança gera reflexos nos resultados da organização, podendo ser positivos ou não. A incerteza é um fator constante durante esse processo, não sendo possível garantir os resultados desejados, mesmo se tratando de uma mudança planejada (POLICARPO; BORGES, 2016). Por mais que haja uma literatura apontando que o devido planejamento garante êxito na execução desse processo, não se pode afirmar tal resultado devido a diversas incertezas que envolvem a mudança organizacional quando essa é posta em prática (CERIBELI, MERLO 2013; AMERICANO; FLECK, 2014; STOUTEN *et al.*, 2018).

Para Stouten *et al.* (2018), mudança organizacional acontece de forma planejada, intencionalmente, por meio de atividades que tem como objetivo levar a

organização do estado atual para um estado futuro vislumbrado. Os autores também destacam que a mudança pode ser um processo multifásico, podendo ser composto por uma intervenção única ou uma série de atividades distintas. Ademais, ela pode acontecer de diversas formas, desde uma melhoria de qualidade, realocações de instalações, reestruturação estratégica, dentre outras.

Logo, esse estudo utilizará a combinação dos conceitos de Policarpo e Borges (2016) e de Stouten *et al.* (2018) para definir mudança organizacional. Portanto, será considerado como mudança organizacional intervenção, ou intervenções, que seja(m) realizada(s) pela organização, provocando mudanças nos componentes organizacionais (pessoas, trabalho, estrutura formal, cultura, etc) e que aconteça, de forma planejada ou espontânea, por motivo estratégico e/ou em resposta a uma externalidade do ambiente, tendo como objetivo principal perseguir alguma vantagem competitiva, se adaptar a novas realidades e contextos e/ou garantir a sobrevivência da organização.

Por fim, ressalta-se que mudança organizacional está relacionada ao processo e não necessariamente aos resultados alcançados. Portanto, também se caracterizam como mudança organizacional processos que não alcançam o sucesso pretendido, final esse que é relativamente comum à implementação de mudanças (SZABLA, 2007; DRUMMOND *et al.*, 2017; STOUTEN *et al.*, 2018).

A discussão sobre mudança organizacional é o ponto de partida para a discussão sobre inovação. A consolidação de uma inovação se relaciona diretamente com a sua capacidade de ser adotada pela sociedade, no caso deste trabalho, pelas organizações. A implementação de uma inovação demanda uma série de ingredientes, desde gestão do processo de desenvolvimento, conhecimento e recursos, bem como o gerenciamento de todo o processo de mudança. Assim sendo, uma inovação está diretamente ligada à capacidade da organização de realizar as mudanças necessárias para alcançar os resultados pretendidos (DAMANPOUR; SCHNEIDER, 2006; DEMIRCIOGLU; AUDRETSCH, 2017).

Por conseguinte, não se pode desassociar a mudança organizacional da inovação e considerá-la um evento autossuficiente e que possui capacidade para se autogerenciar. Se a inovação é o fator transformador, a gestão da mudança é o catalisador dessa inovação, dando o ritmo da adoção da inovação na organização e sendo o fator decisivo para o sucesso ou não da adoção. Entender a mudança organizacional é um fator chave para obter sucesso na adoção de novas tecnologias,

visto que há uma quantidade imensa de fatores que podem influenciar no resultado desejado (DAMANPOUR; SCHNEIDER, 2006; BECK; MÜLLER-BLOCH, 2017; BATUBARA *et al.*, 2018; STOUTEN *et al.*, 2018).

Posto isto, avança-se para a conceituação do que é inovação, neste caso, dando ênfase à análise da inovação no setor público, bem como o papel do Estado na inovação.

2.1.1 O Conceito de inovação no setor público

A inovação no setor público perpassa as discussões reformistas e gerenciais do Estado, como, por exemplo, Nova Gestão Pública, governo eletrônico, arranjos de governança, dentre outros. Todavia, o conceito de inovação no setor público não se restringe a tais temáticas, aliás, esses movimentos podem ser vistos como uma materialização de planos para a implementação de inovações nesse setor (CAVALCANTE; CAMÕES, 2015; VRIES *et al.*, 2015).

Inovação pode ser compreendida como o processo de desenvolver e implementar novas ideias. Essa que também pode ser caracterizada pelo rearranjo de certos componentes que venham a contribuir para outro contexto ou localidade com a solução de problema específico. Desta forma, a inovação também é descrita como um mecanismo capaz de introduzir a novidade e/ou aperfeiçoamento nos ambientes produtivo e/ou social, tendo como objetivo final novos produtos, processos ou serviços. No caso do setor público, acrescenta-se também o desenvolvimento de novas políticas públicas. Logo, inovação gera avanços e cria novas oportunidades e realidades e, por isso, é também um processo incerto e complexo (VETTORATO, 2008; BRANDÃO; BRUNO-FARIA, 2013; TIDD, 2015; PLONSKI, 2017; HOLOTIUK MOORMANN, 2018).

De acordo com Demircioglu e Audretsch (2017), a inovação deve ser inédita para a organização, mesmo que não seja para outras. O conceito é mais amplo abarcando não somente a ideia de adoção de uma inovação, mas a capacidade da organização desenvolvê-la e transformá-la ao final de todo o processo em novos produtos, processos, serviços e práticas (BRANDÃO; BRUNO-FARIA, 2013).

Por se tratar de um processo, a inovação não pode ser vista única e exclusivamente como “lampejos de inventividade ou engenhosidade” (PLONSKI, 2017, p. 7), mesmo esses sendo importantes para a criação de inovações. Ela é a

junção de uma série de subprocessos interrelacionados que necessitam atuar de forma integrada para alcançar os resultados pretendidos. Por isso, trata-se de um campo pluridisciplinar aberto à contribuição de diversas áreas, não sendo restrito ou de domínio de uma única área de conhecimento, todavia, ganha potência com a contribuição e combinação de diferentes áreas (LOPES; BARBOSA, 2008; TROTT, 2012; PLONSKI, 2017).

Há uma diferença entre o que é invenção e o que é uma inovação adotada. A invenção está relacionada com o grau de originalidade da inovação criada, ou seja, o ineditismo; enquanto o processo de adoção da inovação está relacionado com tecnologias, produtos e processos implementados e/ou adaptados para determinada organização, mas não inéditos para as demais (BRANDÃO; BRUNO-FARIA, 2013; SILVA, 2017).

Outra forma de nomear esses tipos de inovação seria inovação radical, que é de fato uma inovação inédita, mas com alto poder de impacto na sociedade e organizações; e a inovação incremental que, mesmo podendo ter certo grau de ineditismo, está mais relacionada com a melhoria de desempenho de uma tecnologia, produto, processo já existente (PAULIN, 2017). De acordo com Brandão e Faria-Bruno (2013), ambos os tipos de inovações acontecem no setor privado e público. Entretanto, o setor privado busca com mais ênfase a inovação radical, enquanto o público tende a investir mais em inovações incrementais; não significando que um é superior ao outro, mas que cada um busca o tipo que lhe cabe à estratégia.

Ainda nesse ponto, há de se considerar a percepção de valor que as organizações atribuem à inovação. De acordo com os estudos de Brandão e Bruno-Faria (2013), o setor privado tende a valorizar mais a inovações inéditas, já o setor público tende a lançar mão das inovações que já foram adotadas em outras organizações. Todavia, há de se ressaltar que não significa que o Estado não invista em inovações radicais, mas que nem sempre alguns Estados se apropriam dela como deveriam (MAZZUCATO, 2014).

A inovação radical é complexa exatamente pelo seu grau de novidade. Trata-se de novos métodos, processos, materiais que não desconhecidos para a organização, demandando conhecimentos que, provavelmente, deverão ser absorvidos de fontes externas e recombinaos com o conhecimento prático interno da organização. A complexidade da inovação radical aumenta, principalmente, quando se trata de uma inovação tecnológica radical (BECK; MÜLLER-BLOCH, 2017).

O setor público, especialmente por causa da complexidade de suas demandas e políticas públicas, tem buscado na inovação respostas para atender aos anseios da sociedade, ainda mais em um cenário de restrição financeira e descrédito nos governantes (LOPES; BARBOSA, 2008). Logo, há uma urgência por inovações concretas que sejam capazes de provocar mudanças eficientes (QUEIROZ; CKAGNAZAROFF, 2010).

Hughes *et al.* (2011) definem inovação no setor público como a implementação de mudanças significantes na organização, englobando processos, produtos, metodologias que são novos ou sofreram mudanças consideráveis para melhor.

Esse trabalho adota a definição de que inovação no setor público é algo inédito ou significativamente melhorado, abrangendo “[...] produtos, processos e métodos que as organizações desenvolvem de maneira pioneira e/ou aqueles que foram adotados de outras empresas ou organizações” (BRANDÃO; BRUNO-FARIA, 2013, p.238). A inovação deve estar implementada para que possa ser considerada, e caso não haja a implementação, a iniciativa será tratada apenas como uma ideia ou proposta singular. De forma sucinta, a inovação nasce na criação e desenvolvimento de novas ideias, mas de fato se concretiza quando implementada, ou seja, o processo de adoção organizacional da inovação é um ponto chave para alcançar o sucesso esperado (CROSBY *et al.*, 2016; TORFING, 2018).

A definição dos processos de inovação, principalmente os mais modernos relacionados às metodologias ágeis, tende a colocar o processo de inovação como um ciclo que se inicia na definição de problemas, avança para a geração de ideias, testes, com seleção daquelas que apresentam melhores resultados, seguido pela implementação e, por fim, a difusão da tecnologia e dos resultados (CROSBY *et al.*, 2016). Os reflexos da inovação nas organizações passam pela forma como é problematizada, isto é, novas formas de analisar problemas e propor soluções às demandas postas, rompendo com a prática dominante, superando os projetos de melhoria contínua (TORFING, 2018).

No contexto público, a inovação pode ser aplicada em políticas públicas, serviços e processos. Ela é utilizada como recurso para o aumento de qualidade e eficiência frente a novos problemas e/ou demandas sociais que não podem ser resolvidos com soluções antigas (BRANDÃO; BRUNO-FARIA, 2013; VRIES *et al.*, 2015; TORFING, 2018).

Para Brandão e Bruno-Faria (2013), a literatura revisada apresenta diferentes tipos de inovação no setor público, dentre eles: inovação de produto, inovação de serviços, inovação de processos sendo essa a que engloba inovações tecnológicas, organizacionais ou administrativas e orientadas ao mercado; além da inovação em comunicação. Os achados de Vries *et al.* (2015), quanto a tipos de inovação, são: inovação conceitual, inovação da governança, inovação de produto ou serviço e inovação de processos, que também abarca a inovação de processo administrativo e a inovação de processo tecnológico. Compreender os tipos de inovação auxilia a discussão quanto à inovação no setor público, uma vez que diferenciá-los contribui para o entendimento do comportamento inovador das organizações, já que essas apresentam características e processos de adoção de inovação diferentes (VRIES *et al.*, 2015). Além disso, os tipos de inovação não são concorrentes ou excludentes, é possível encontrar em uma organização arranjos que permitem a coexistência de diferentes tipos de inovação, viabilizando a combinação de potencialidades de cada tipo a fim de alcançar o máximo de desempenho possível.

O tipo predominante de inovação no setor público é o relacionado aos processos (BRANDÃO; BRUNO-FARIA, 2013; VRIES *et al.*, 2015). Sendo que para Vries *et al.* (2015), a busca pelo aumento da eficácia e eficiência por meio da inovação de processos é uma influência dos modelos gerencialistas, como, por exemplo, a Nova Gestão Pública e governo eletrônico. Os autores indicam que a inovação tecnológica de processos não é o principal tema dos artigos produzidos nos últimos anos, mas que, de toda maneira, eles a colocam como suporte a inovação de processos.

O uso da tecnologia da informação pelos governos, muitas vezes confundida com o título de e-Gov, tem sido uma importante ferramenta para melhorar o desempenho do setor público. O governo eletrônico abandonou a estratégia de ser apenas um ambiente tecnológico para se tornar um modelo de negócio capaz de transformar as relações entre governo e cidadão, empresas e outros atores governamentais. Logo, a adoção de novas tecnologias se transformou em um ponto crítico para a gestão pública (BATUBARA *et al.*, 2018).

2.1.2 Adoção tecnológica

Damanpour e Schneider (2006) apontam que a inovação é uma das formas que as organizações encontraram para serem mais eficazes e sobreviverem aos períodos de mudança. Como respostas às pressões, a busca por inovação se tornou a saída. Por isso, ela acabou por se relacionar diretamente com a adoção de novidades na gestão, arranjos organizacionais, políticas, práticas, procedimentos etc., sendo tais mudanças fundamentais para a adoção das inovações tecnológicas (LOPES; BARBOSA, 2008).

A necessidade de inovar é uma constante nas organizações, e a inovação tecnológica é uma das formas de adaptação aos novos contextos e demandas complexas que confrontam a sua eficiência, além de utilizarem a inovação como uma vantagem competitiva (SANTOS, 2014; HOLOTIUK; MOORMANN, 2018). Não são poucos os exemplos de organizações que não souberam se adaptar às evoluções tecnológicas ou que perderam grandes oportunidades, a exemplo, a Kodak (DOMINGOS, 2013; HOLOTIUK; MOORMANN, 2018).

A introdução de novas tecnologias digitais faz com que as organizações tenham que se reorganizar, fomentando mudanças de tarefas, procedimentos e criando ou refazendo arranjos organizacionais (SANTOS, 2014; HOLOTIUK; MOORMANN, 2018). Essas mudanças são necessárias para que se consiga tirar proveito de toda e qualquer vantagem possível da inovação (HOLOTIUK; MOORMANN, 2018; CLOHESSY; ACTON, 2019). Contudo, há de se atentar entre o interesse estratégico em adotar determinada tecnologia e a capacidade da organização em adotar a tecnologia. Esse descompasso tende a reduzir o tempo para realizar as devidas mudanças necessárias, consequentemente aumentando a pressão sobre a organização e aumentando os riscos de fracasso do processo (HOLOTIUK; MOORMANN, 2018).

Quando a mudança organizacional envolve a adoção de inovações tecnológicas, o processo deve ser acompanhado com atenção e tratado de forma diferente das demais mudanças. Uma mudança organizacional é complexa por si só, quando adicionada a atualização tecnológica, a complexidade do processo aumenta exponencialmente devido à quantidade de incertezas e conflitos que podem ser gerados. Uma mudança organizacional de adoção tecnológica envolve riscos que vão além dos estritamente técnicos, devendo ser levado em consideração a relevância da

cultura vigente e as práticas organizacionais já estabelecidas, caso contrário, corre-se o risco de colocar a própria organização em uma situação de conflito interno (DRUMMOND *et al.*, 2017)

A mudança organizacional, sob um viés tecnológico, aborda a capacidade da organização de se adaptar para incorporar determinada tecnologia. A adoção organizacional é um processo complexo por envolver todos os setores da organização, não ficando restrito ao setor de tecnologia da informação (TI) (DAMANPOUR; SCHNEIDER, 2006; HOLOTIUK; MOORMANN, 2018).

A mudança tecnológica quando envolve uma inovação radical tem o caráter disruptivo, tornando a tecnologia vigente obsoleta e provocando mudanças em modelos de negócios existentes, ou seja, trata-se de uma inovação com mudanças profundas na tecnologia e nos negócios. As mudanças tecnológicas que se relacionam com inovações incrementais são menos complexas por envolverem a incorporação de novas funcionalidades em uma tecnologia vigente (BECK; MÜLLER-BLOCH, 2017).

As inovações radicais são tão promissoras quanto arriscadas, por isso, ao decidir optar pela adoção de uma determinada tecnologia, tem-se que explorar ao máximo as possibilidades criadas por ela a fim de capturar o máximo de desempenho (BECK; MÜLLER-BLOCH, 2017; CLOHESSY; ACTON, 2019). A incapacidade de realizar mudanças organizacionais para efetivar a adoção tecnológica é o principal fator de fracassos de projetos de TI (HOLOTIUK; MOORMANN, 2018).

O processo de adoção organizacional de tecnologia tem por objetivo, segundo Holotiuik e Moormann (2018, p. 7), “[...] encontrar o melhor ajuste entre a tecnologia e a organização [...]”. Esse ajuste da adoção organizacional passa pela análise de diversos aspectos, sendo eles: recursos tecnológicos, humanos e financeiros (CLOHESSY *et al.*, 2020). A caracterização da infraestrutura tecnológica já existente na organização é um importante fator a ser analisado, devendo ser consideradas as possibilidades de uso das plataformas digitais já existentes e sistemas legado que poderão ser adaptados para a adoção, ou a criação de novos arranjos e estruturas tecnológicas. Os recursos humanos são por sua vez [...] funcionários que possuem o conhecimento, habilidades e conhecimentos necessários para criar, implementar, operar e manter novas tecnologias” (CLOHESSY *et al.*, 2020, p.510, tradução nossa). Os recursos financeiros correspondem ao orçamento destinado à adoção organizacional da nova tecnologia.

Essa combinação de fatores é conhecida como prontidão organizacional. De acordo com Clohessy e Acton (2019), a prontidão organizacional está relacionada com a disponibilidade de recursos organizacionais específicos para adotar inovações de TI. Tais recursos são compostos por funcionários com conhecimento e habilidades técnicas necessárias, disponibilidade de recursos financeiros para investimento na adoção da tecnologia e infraestrutura tecnológica para suportar a consolidação da inovação em questão.

O processo de adoção tecnológica deve se atentar para uma série de fatores que podem ser determinantes, bem como alguns desafios já identificados em outras experiências de adoção tecnológica. Segundo Clohessy e Acton (2019), a literatura destaca que os fatores organizacionais são relevantes para o processo de adoção, sendo considerados também, nesse processo, a prontidão organizacional, o suporte da alta administração, capacidade de inovação, tamanho da organização, cultura, experiências anteriores em TI e como o processo será pensado para a área de negócios. Alguns desses fatores ficam evidentes nos estudos de Drummond *et al.* (2017) a respeito da implementação de um sistema de *Enterprise Resource Planning* (ERP), que em tradução livre trata-se de um Sistema Integrado de Gestão Empresarial.

Existem diversos desafios para as organizações durante o processo de adoção, contudo, Damanpour e Schneider (2006) destacam a complexidade e o tamanho das organizações com fatores relevantes para a análise de mudança organizacional, sendo considerados pelos autores como preditivos para a inovação organizacional. De acordo com os autores, organizações complexas possuem uma diversidade de conhecimentos, acesso a diversas fontes de inovação e mais tendenciosos a incorporar tais inovações. Todavia, devido ao tamanho, essas organizações acabam por coexistir com subsistemas organizacionais que tem força para influenciar diferentes níveis hierárquicos na adoção das inovações. Logo, os mesmos fatores que a princípio parecem vantagens organizacionais podem também serem fatores geradores de conflitos.

Damanpour e Schneider (2006) destacam que pode haver o conflito entre os subsistemas organizacionais devido à diversidade de pensamentos, aumentando assim a complexidade na adoção organizacional ou não retirando o máximo de proveito da nova tecnologia.

Por fim, Svahn *et al.* (2017) apresentam quatro desafios organizacionais na adoção de inovações tecnológicas, sendo elas: a capacidade de inovação da organização, o foco da inovação, realizar ou não inovação aberta e a governança do processo de inovação. A capacidade de inovação está relacionada com a aptidão da organização em desenvolver inovações radicais e, ao mesmo tempo, manter a inovação incremental (ambidestria), sendo esse um conflito que pode gerar uma armadilha de inovação. O foco da inovação é o conflito entre equilibrar a inovação nos processos e nos produtos. Colaboração para inovação é o conflito entre aproveitar as capacidades internas de inovação ou buscar parceiros e recursos externos, sendo que caso opte por desenvolver internamente a inovação pode-se perder alguma novidade que esteja fora dos limites da organização e caso opte pelo parceiro externo pode-se desafiar o equilíbrio dos arranjos internos de trabalho. Por último, a governança da inovação está entre a flexibilidade e o controle do processo de inovação pela gerência, a ponderação entre esses pontos é fundamental garantir a exploração de mais opções.

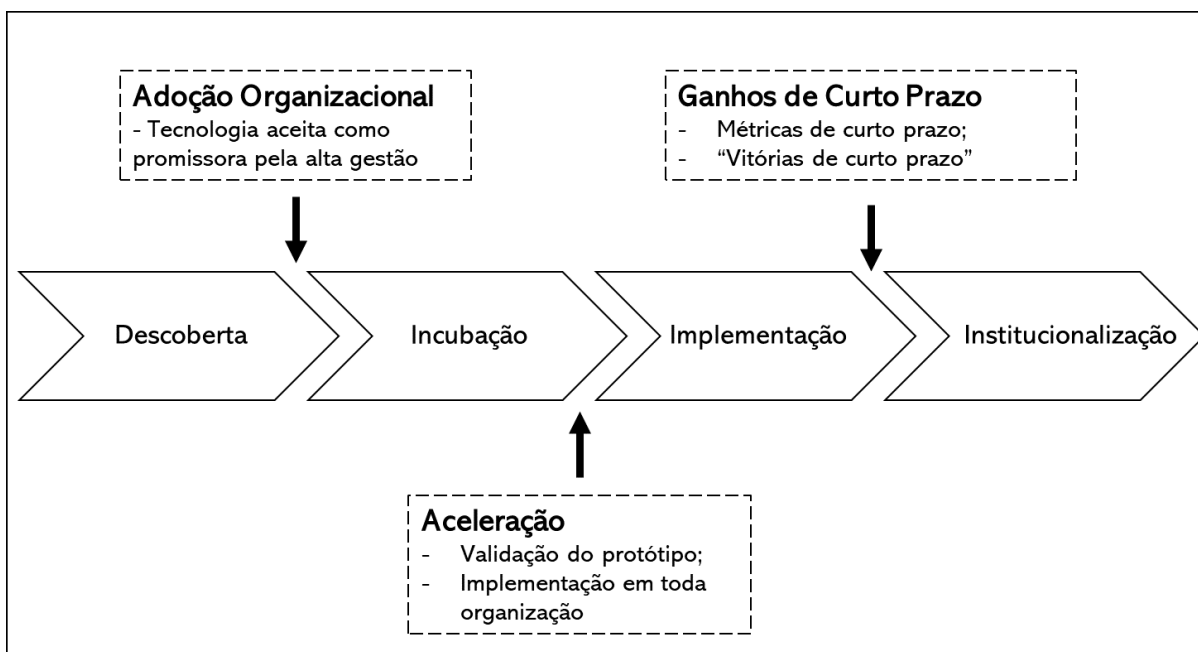
A discussão sobre a adoção tecnológica não é um assunto novo para a bibliografia de mudança organizacional, todavia, é relevante para a discussão planificar qual é o caminho que as organizações seguem, ou deverão seguir, para consolidar a adoção tecnológica. Por isso, alinhar os achados bibliográficos que fazem parte do arcabouço basilar da mudança organizacional é tão relevante para este trabalho. Logo, será apresentado na sequência o processo de adoção tecnológica.

Stouten *et al.* (2018) apresentam, em sua revisão bibliográfica, a diversidade de proposições e modelos para realização de mudança organizacional. Damanpour e Schneider (2006) já haviam exposto, anteriormente, como diversos autores dividiam de formas distintas as fases para mudança organizacional, principalmente quanto à adoção de inovações. Ambos os autores propuseram o agrupamento dos estudos anteriores relacionados à inovação em quatro grandes grupos, que estariam relacionados com a pré-adoção, adoção e pós-adoção da inovação na organização. Damanpour e Schneider (2006) chegaram a nomear essas três fases em iniciação (pré-adoção), decisão de adoção e implementação (pós-adoção).

Este trabalho irá utilizar a delimitação de quatro grandes grupos combinando os estudos de Damanpour e Schneider (2006) e Stouten *et al.* (2018) e adaptando os estudos de Beck e Müller-Bloch (2017), que também apresentam grandes grupos para a adoção de inovações, mais especificamente a *blockchain*, em organizações. Dessa

forma, serão consideradas as seguintes fases: descoberta, incubação, implementação e institucionalização. Além disso, de forma secundária, Beck e Müller-Bloch (2017) destacam a importância de se considerar os momentos de transição entre as fases, sendo elas consideradas estratégicas para que haja uma transição segura e produtiva entre as fases. A Figura 1 mostra o processo de adoção tecnológica adotado nesse estudo.

Figura 1 – Processo de Adoção Tecnológica



Fonte: Adaptado de Damanpour e Schneider (2006); Beck e Müller-Bloch (2017); Stouten *et al.* (2018)

Damanpour e Schneider (2006) colocam que a primeira fase tem início com o reconhecimento da necessidade de buscar soluções, identificar quais as possibilidades disponíveis, selecionar a inovação que melhor irá responder à demanda da organização. A descoberta é a fase de exploração da tecnologia, na qual se busca compreender e avaliar as possibilidades de uso e/ou aplicação, realizar pesquisas conceituais; é descobrir algo que vai além do que se tem até o momento (BECK, MÜLLER-BLOCH, 2017). Tanto Damanpour e Schneider (2006) quanto Beck e Müller-Bloch (2017) colocam que nessa fase também é importante estar atento ao conhecimento externo.

O ponto de transição entre a fase de descoberta e a incubação seria, segundo Damanpour e Schneider (2006), a adoção organizacional, ou seja, o momento que a

organização, após avaliar os achados da descoberta, decide investir recursos técnicos, financeiros e estratégicos, chancelando assim como uma solução viável. Destaca-se que nesse ponto há o aval da alta administração para que a tecnologia escolhida avance para a fase de incubação. Entende-se como um ponto importante no processo, o suporte da alta administração, como o apoio gerencial, que é dado às iniciativas de inovação tecnológica, além da defesa realizada por esses atores quanto aos avanços tecnológicos (CLOHESSY; ACTON, 2019). Segundo Clohessy *et al.* (2020) o apoio da alta administração é fundamental para conduzir o processo de adoção em meio às incertezas e desafios.

A incubação é a fase na qual a organização inicia as atividades para colocar em prática todas as hipóteses levantadas na fase de descoberta. Na incubação os estudos serão aprofundados e são elaborados os modelos de negócio, ou seja, como e onde será aplicada a inovação em questão. Nessa fase, inicia-se o esboço para a adoção organizacional. As hipóteses levantadas serão testadas e colocadas em prática em ambientes menores e controlados com o objetivo de validar sua viabilidade. A elaboração de protótipos é um marco dessa fase, testando a tecnologia aplicada ao negócio da organização e quais são os resultados obtidos (BECK; MÜLLER-BLOCH, 2017). Essa fase é marcada pela participação da área de negócios na maturação da aplicação da tecnologia e adaptações para alcançar um melhor desempenho.

A transição da incubação para a implementação é a fase de aceleração, na qual se tem um protótipo que seja capaz de ser escalável e colocado em produção. Aqui, a adoção organizacional foi validada em um nível de escala menor, mas com êxito suficiente para ser aplicado em maior escala. A aceleração também deve levar em consideração as conexões extraorganizacionais para avançar na implementação, visto que é importante ter consolidado para a próxima etapa as alianças estratégicas e os acordos com parceiros relevantes.

A implementação é de fato quando se inicia o processo de adoção organizacional. Nessa fase, tem-se o conhecimento prático sobre a tecnologia e a validação do modelo de negócio. A implementação é a fase que envolve toda a organização e demandará uma maior atuação da liderança do projeto. Segundo Damanpour e Schneider (2006), essa é a fase na qual são realizadas ações que preparam a organização para a adoção tecnológica de fato, ao ponto que ela passe pela aceitação dos envolvidos e deixe de ser experimental para se torna parte da rotina.

A transição para a fase final se refere aos ganhos de curto prazo. De acordo com Stouten *et al.* (2018), evidenciar os resultados positivos da mudança é estratégico para avançar para o próximo estágio. Trata-se de resultados iniciais capturados por meio do aumento de desempenho, satisfação dos usuários, dentre outros resultados tangíveis e relacionados à mudança que está em curso. Segundo os autores, ao citarem Kotter (1996, 2005), resultados práticos são “vitórias de curto prazo”, e significativamente relevantes para o processo de adoção organizacional, tanto no sentido de ser um reforço positivo para a equipe quanto à viabilidade da adoção traduzida resultados concretos. Além disso, os resultados práticos auxiliam na redução de um possível ceticismo.

Stouten *et al.* (2018) destacam que as métricas devem ser amplas nesse momento. Eles reforçam a importância de alcançar o aumento de desempenho e/ou percepção dos usuários, mas também métricas que nem sempre podem ser traduzidas em sentidos financeiros. Os autores colocam que nesse momento da adoção devem ser levados em consideração fatores como: aprendizagem (domínio do conhecimento referente à mudança), compartilhamento de informações (relação de funcionários que estão contribuindo com o processo fora de seu setor de origem), contribuições dos funcionários para desenvolvimento organizacional. Essas métricas são mais relevantes no curto prazo por demonstrar como está o envolvimento dos funcionários com o processo, quanto para medir o avanço da mudança. As métricas colaboram mais com a transição de fase do que métricas que demandam um tempo maior de coleta de dados e observação, como por exemplo, inovação, eficácia, impacto etc. (STOUTEN *et al.*, 2018).

O estágio final da adoção tecnológica é a institucionalização da mudança. Essa fase tem por objetivo consolidar todo o processo e torná-lo parte da rotina da organização. A institucionalização é composta por atividades relacionadas ao monitoramento contínuo da adoção organizacional, aporte maior de recursos, identificação e implementação de mudanças adicionais constatadas ao longo do processo de adoção e necessárias para a efetivação da adoção organizacional. É muito importante utilizar os feedbacks relacionados aos processos de mudança durante o monitoramento, a fim de realizar os ajustes necessários para integrar a inovação ao cotidiano da organização. A tecnologia deve ser considerada institucionalizada quando estiver incorporada à rotina da organização (STOUTEN *et al.*, 2018).

Os estágios da adoção tecnológica têm o caráter norteador de um processo de adoção. Os estágios devem ser interpretados a partir das suas características e não pela sua duração. Além disso, a linearidade do desenho não deve ser tratada como regra, visto que o processo de adoção tecnológica é difuso. Dessa forma, o objetivo desse desenho é concatenar os diversos “passo-a-passo” que foram apresentados por outros autores, de forma a consolidar o conhecimento já produzido.

Em síntese, esse esquema não deve ser visto como prescritivo, mas sim um modelo para auxiliar a academia e as organizações a identificarem os estágios das mudanças dentro de um processo amplo de adoção tecnológica, não abrangendo possíveis especificidades de cada organização. Cada processo é único devido à diversas circunstâncias que cada organização está exposta, além disso, “[...] antecedentes da inovação podem ter um efeito diferente em diferentes pontos da adoção processo” e em diferentes organizações (DAMANPOUR; SCHNEIDER, 2006, p. 216, tradução nossa). Portanto, tem-se nesse esquema uma contribuição à discussão sobre adoção tecnológica, não podendo ser visto como o único, nem o mais correto, mas um que se sustenta a partir trabalhos anteriores que estudaram, revisaram e descreveram a mudança organizacional e adoção tecnológica.

A análise do processo de adoção tecnológica é relevante para a discussão uma vez que revela que não basta ter uma tecnologia desenvolvida e consolidada no mercado para alcançar o êxito em sua implementação. Existem diversos pontos relevantes que se não observados durante o processo, podem frustrar todos os esforços de adoção tecnológica. Da mesma forma, o desenvolvimento da tecnologia pode também ser um fator relevante para impulsionar o interesse da alta administração e avanços no processo de adoção tecnológica.

Posto isso, entende-se que há uma relação direta entre o processo de adoção tecnológico e o desenvolvimento da tecnologia em si. Quanto mais aceita, mais a tecnologia ganha força e espaço para se desenvolver. Logo, entendeu-se como relevante aprofundar a discussão sobre a relação entre a adoção tecnológica e o desenvolvimento da tecnologia, de forma a compreender como uma se relaciona com a outra.

2.1.3 Curva S ampliada

Segundo Wonglimpiyarat (2016), a inovação é um processo complexo que capturou a atenção de diversos estudiosos que buscaram compreender as fases do desenvolvimento tecnológico. Esses estudos encontraram um padrão gráfico que representado por um início lento, crescimento acentuado e uma estabilidade posteriormente. Essa representação gráfica foi estudada e denominada curva S. A curva S foi inicialmente utilizada como representação do processo de adoção tecnológica do público quanto a uma determinada inovação. Contudo, também foi, e é, utilizada para representar a trajetória de desenvolvimento de uma inovação tecnológica, seja em um contexto amplo ou aplicado, por exemplo, para identificar a trajetória da tecnologia em um setor e/ou organização específica (ZAWISLAK, 2007; ZAWISLAK et al., 2008; JONES; WONGLIMPIYARAT, 2016; PIMDEE, 2017; PRIESTLEY *et al.*, 2020; LEE; TRIMI, 2021). O formato de S da curva representa o desempenho de uma tecnologia ao longo do tempo, no sentido de que com o passar do tempo acontece um salto significativo de desenvolvimento, amadurecimento, ou adoção da tecnologia. Dessa forma,

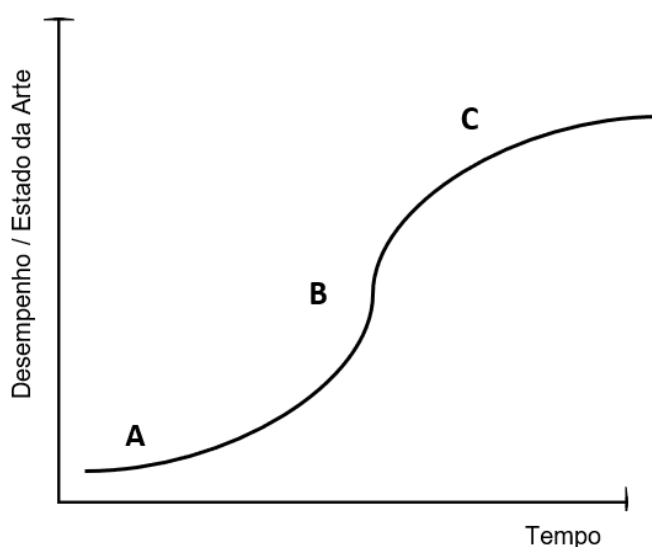
As curvas S foram identificadas em várias escalas e unidades de análise em todos os setores. Processos como a difusão da atividade empreendedora (EM Rogers, 2010), substituição tecnológica (Fisher & Pry, 1971), invenções acumuladas (Andersen, 1999) e melhoria no desempenho tecnológico (Nieto et al., 1998) produziram curvas em forma de S (PRIESTLEY *et al.*, 2020, p. 395, tradução nossa).

A curva S também é um importante instrumento para analisar a velocidade em que a inovação se desenvolveu ou foi adotada, sendo as duas visões válidas quando postas sobre a curva S (JONES; PIMDEE, 2017). De acordo com Zawislak (2007, p. 5), a curva S pode ser definida como uma “[...] ferramenta analítica que descreve a trajetória de evolução de uma tecnologia e que, por isso, delimita a trajetória de uma firma em busca da inovação”. Sawaguchi (2011) caracteriza o modelo como uma “bússola” que auxilia na orientação sobre a trajetória da inovação, contribuindo, principalmente, com a identificação dos estágios de amadurecimento da tecnologia e seus desdobramentos.

A curva S apresenta três estágios distintos, sendo eles representados na Figura 2 pelas letras A, B, C. A descrição dos estágios, neste trabalho, será feita a

partir da ótica do desenvolvimento da inovação tecnológica ao longo do tempo em uma organização. De forma geral, é possível observar que se gasta muito tempo para conseguir pequenos avanços no desempenho. No momento seguinte, tem-se uma rápida aceleração quando a tecnologia é mais bem compreendida e dominada pela organização, culminando em uma fase de domínio pleno. Essa fase não representa um domínio absoluto da tecnologia, mas é vasta o suficiente para explorar os principais potenciais e desenvolvimento de novas funções (ADNER; KAPOOR, 2015).

Figura 2 – Curva S de uma tecnologia



Fonte: adaptado de ZAWISLAK, 2007

O estágio A considera o momento inicial de desenvolvimento da tecnologia pela organização, trata-se de um momento de exploração da tecnologia, pesquisa e busca por conhecimento. O estágio B pode ser caracterizado como o momento em que a organização já possui o domínio básico da tecnologia e inicia os testes, protótipos e projetos avançados. Por isso, é um momento de aumento considerável de desempenho e aprendizado da organização. O estágio C representa o momento em que a tecnologia alcança a maturidade dentro da organização. Nessa fase o estado da arte está próximo do limite e não há grandes perspectivas para aumento de desempenho.

O estágio C é um ponto distinto para as organizações, pois testa sua capacidade de ser ambidestra. Algumas organizações irão buscar uma estratégia contínua de exploração das oportunidades (*exploration*) o que pode ocasionar o início

de uma nova curva S, enquanto outras irão focar na melhoria de processos e nas inovações incrementais (*exploitation*) (PRIESTLEY *et al.*, 2020; LEE; TRIMI, 2021).

Zawislak (2007) coloca que a função que representa a curva S é influenciada por diferentes fatores, todavia o conhecimento tecnológico que a organização possui a respeito da tecnologia em questão é o fator de maior impacto sobre a função de S, especialmente sobre a inclinação da curva ao longo do tempo. Os pontos sobre a curva S representam a interação dos diversos fatores em um tempo t que determinam a trajetória tecnológica organizacional. Ou seja, tem-se nesse resultado da equação o ponto em que a tecnologia está mais desenvolvida na organização em um determinado ponto t . Assim sendo, pode-se dizer que a curva S representa a fronteira da inovação em uma organização no ponto t .

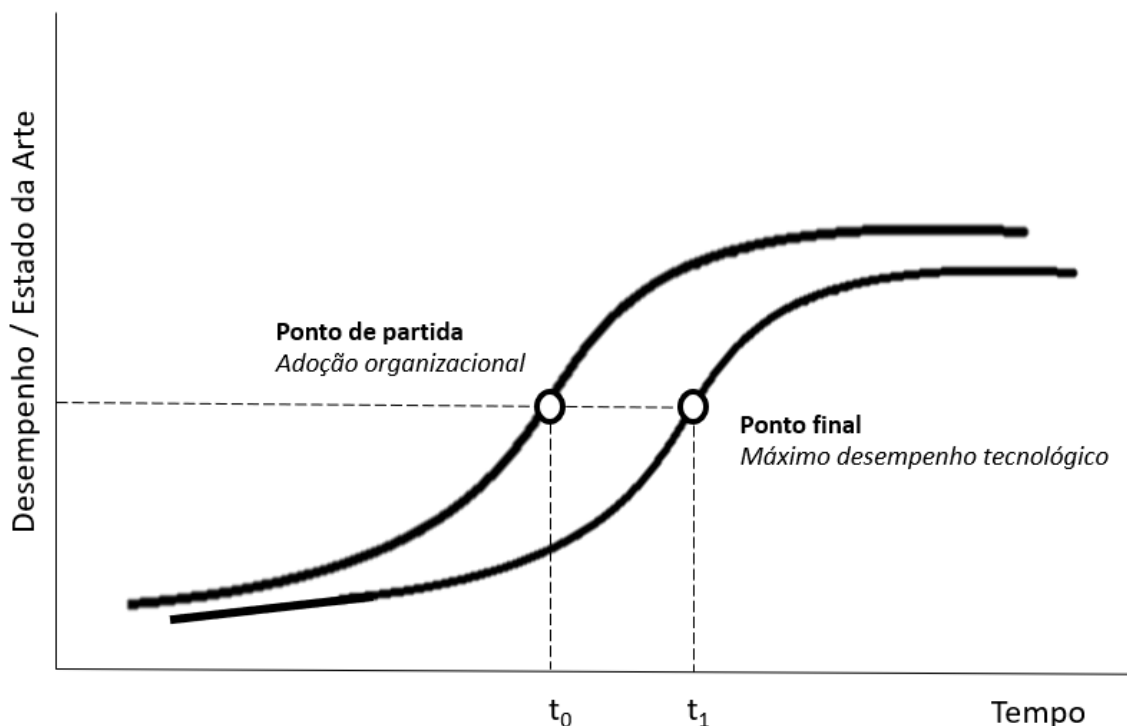
Conforme apresentado anteriormente, adoção organizacional da tecnologia é um fator que influencia diretamente na trajetória de uma inovação. Considerando que a curva S representa a trajetória de desenvolvimento de uma tecnologia por uma determinada organização, é possível inferir que um dos fatores que determinam a curva S é o processo de adoção tecnológica que cada organização realizará.

Portanto, sobre a curva S encontra-se também com um processo de adoção tecnológica combinado com um processo de desenvolvimento tecnológico. Segundo Lee e Trimi (2021), o comprimento e trajetória da curva S irá variar de acordo com as características de cada inovação, logo, a curva também será influenciada pela adoção organizacional, assim como o desenvolvimento tecnológico.

Por isso, é possível relacionar o período de adoção tecnológica com o tempo que a organização irá percorrer para alcançar a maturidade. Essa relação pode explicar as diferenças entre as trajetórias tecnológicas de cada organização. A literatura reforça que processos de adoção tecnológicos são importantes para o pleno desenvolvimento da tecnologia na organização. Ou seja, quando um ponto é acrescentado a curva S significa que houve uma série de interações predecessoras ao desenvolvimento tecnológico e que, possivelmente, alguns dos estágios de adoção foram alcançados, consolidados ou até superados.

A Figura 3 representa graficamente a relação entre a adoção tecnológica feita pela organização e o desenvolvimento da tecnologia.

Figura 3 – Curva S ampliada à adoção organizacional



Fonte: Elaboração própria

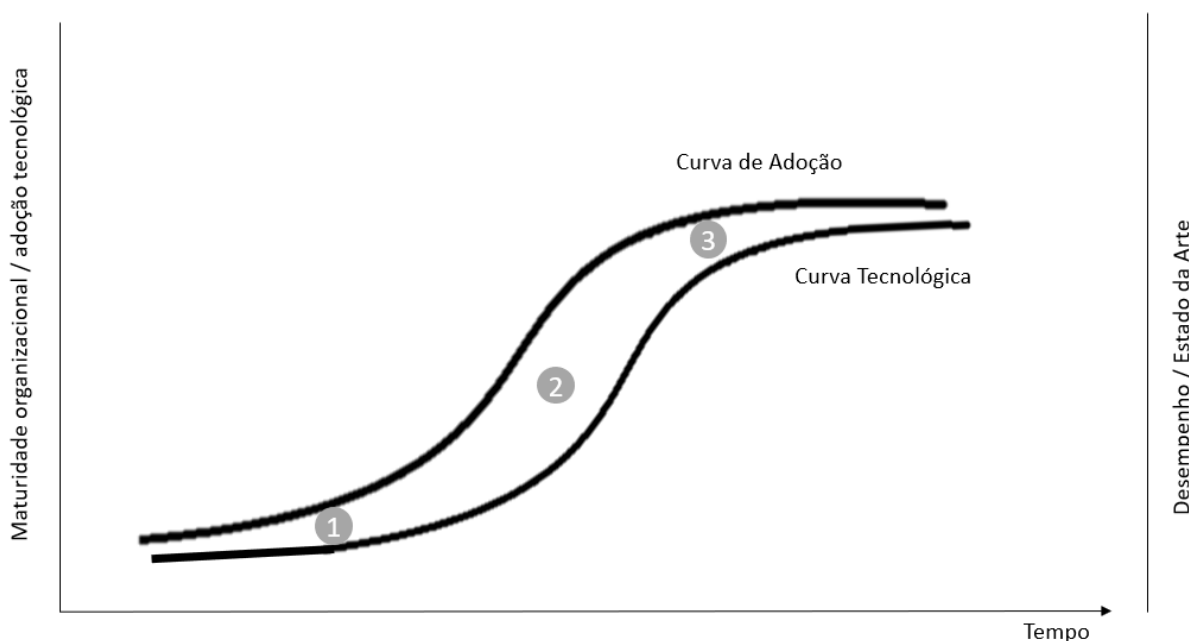
Essa relação é próxima nos extremos e mais larga e difusa no meio do processo. O ponto inicial, tanto do ponto de vista organizacional quanto do desenvolvimento tecnológico, é a fase de descoberta e exploração da tecnologia. Esse ponto inicial não demanda tanto esforço por parte da ação organizacional, assim como não demanda conhecimentos profundos sobre a tecnologia. Por isso, as curvas de adoção organizacional e desempenho tecnológico são tão próximas. Entretanto, ao avançar para a parte de incubação, aumenta-se a complexidade dos arranjos, a velocidade do compartilhamento e produção de conhecimento, dentre outras; sendo esse momento no qual as fronteiras adoção organizacional e desenvolvimento tecnológico se afastam. Essa é a fase na qual as características de multidimensionalidade e outros fatores não mapeados anteriormente se manifestam. Durante o processo de adoção tecnológica, principalmente na fase de incubação, as organizações têm de atuar de forma performativa a fim de encontrar as melhores possibilidades para o desenvolvimento e a aplicação de determinada tecnologia (GARUD *et al.*, 2017).

Holotiuk e Moormann (2018) destacam a importância de desenvolver novos estudos sobre adoção organizacional de tecnologia na Era Digital, propondo novos

estágios de adoção tecnológica, se necessário, e permitindo criar abordagens sobre a adoção de blockchain, indo para além dos aspectos estritamente técnicos. A proposta de análise da curva S ampliada vai ao encontro da proposta de Holotiuk e Moormann (2018), uma vez que é uma tecnologia que demanda uma base teórica sólida para consolidar sua adoção. Além disso, compreender o processo de adoção tecnológica pode ser encarado como uma forma de consolidar o conhecimento produzido, avançar com os desenvolvimentos e reduzir as incertezas que existem em torno da blockchain.

A Figura 4 apresenta a curva S ampliada, modelo que, como já explanado, é um desdobramento da curva S que relaciona a adoção tecnológica e o desenvolvimento da tecnologia.

Figura 4 – Curva S ampliada



Fonte: Elaboração própria

A curva S ampliada, ilustrada na Figura 4, leva em consideração a adoção tecnológica como premissa para o desenvolvimento tecnológico nas organizações. O processo de mudança organizacional impacta diretamente a trajetória do desenvolvimento da tecnologia. A maturidade organizacional quanto à adoção da tecnologia está diretamente relacionada ao aumento de desempenho ao longo do tempo. Na mesma medida, quanto mais se avança com o processo de adoção e implementação da tecnologia, mais conhecimento a organização adquire.

A inclinação da curva de adoção será definida de acordo com os resultados obtidos durante a transição de estágios da adoção organizacional, enquanto a inclinação da curva de tecnologia irá variar de acordo com o conhecimento tecnológico adquirido ao longo do processo.

O ponto 1 é a fase combinada entre a descoberta tanto do ponto de vista da adoção quanto do tecnológico. Corresponde ao momento em que a organização está analisando a viabilidade, estudando os pré-requisitos tecnológicos, avaliando os possíveis benefícios e estudando casos de outras organizações. Nesse momento não é relevante ter uma estrutura complexa organizacional, trata-se de um momento que pode ocorrer de forma espontânea por um grupo de interessados ou ser fomentada por projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D).

O ponto 2 tem início quando a curva começa a ter uma inclinação maior na adoção tecnológica, significando que o desenvolvimento foi aprovado pela alta administração e que certos recursos serão disponibilizados para o desenvolvimento da tecnologia. A curva de adoção permeia os estágios de incubação, passando pela decisão de aceleração da tecnologia e chegando de fato a decisão de implementar a tecnologia. Essa fase corresponde ao momento em que a organização investe mais recursos financeiros, aloca mais pessoas e inicia processos de rearranjos organizacionais para estudar como melhor acomodar a tecnologia. Em resposta a esse movimento, a curva de tecnologia também tem um crescimento acelerado respondendo a todo esse investimento organizacional.

Pode-se inferir que o crescimento tecnológico do ponto 2 se relacionará com os resultados alcançados pelos protótipos criados e pelos resultados alcançados durante o processo de implementação. Quanto melhores forem os resultados da tecnologia, maior será o reforço positivo para a adoção. Destaca-se que o espaço temporal entre as duas curvas irá variar de acordo com cada processo de adoção tecnológica, não sendo possível, ainda, determinar quais são os fatores que podem acelerar ou atrasar a transição entre as duas curvas. Esse é o efeito multidimensional da adoção tecnológica.

O ponto 3 é o ponto onde a institucionalização do processo e a maturidade organizacional para a adoção e o estado da arte estão próximos do nível pleno. Nesse ponto, não são necessárias grandes transformações organizacionais para concluir o processo de adoção tecnológica e a organização realiza apenas ajustes menores para que as mudanças passem a fazer parte da rotina organizacional. Em contrapartida, a

equipe já explorou ao máximo a aplicação da tecnologia na organização, o que não significa que a tecnologia não pode continuar evoluindo, mas sim que sua aplicação na organização alcançou um ponto cujas melhorias e mudanças se tornaram incrementais. De acordo com Utterback (1996), essa fase corresponde ao momento em que a organização passa a focar na redução de custo, volume e capacidade.

O ponto 3 volta a aproximar as curvas devido ao crescimento marginal baixo, principalmente da curva de adoção organizacional. Trata-se do momento em que a organização começa a inserir a tecnologia em sua rotina, e que será novamente alterada se houver necessidade ou interesse em implementar mudanças incrementais. Devido às possíveis mudanças incrementais que ainda podem acontecer, não é possível afirmar que o processo de adoção tecnológica foi concluído. Contudo, ao alcançar o patamar de estabilidade, há uma tendência de se manter a curva estável, com pequenas alterações sem grande influência na trajetória.

O ponto 3 é dado como o ponto pleno de maturidade organizacional porque representa o ponto no qual as tecnologias similares não causam medo ou estranheza na alta administração das organizações. Esse ponto já foi alcançado pela tecnologia de ERP, mas, para a blockchain, ainda é incerto quando será alcançado (DRUMMOND *et al.* 2017; HOLOTIUK; MOORMANN, 2018).

Por fim, conclui-se que não se deve desconsiderar a trajetória da adoção de uma determinada tecnologia quando analisada sua curva S. O imbricamento entre os fatores que aproximam ou afastam as curvas não é objeto de estudo neste trabalho, contudo se mostra relevante para a discussão sobre organizações e tecnologia.

2.2 O Estado como Agente da Inovação

A inovação no setor público é uma importante ferramenta para enfrentar problemas de eficiência da máquina pública, restrições orçamentárias e para a prestação de serviços à população, pois, além de ampliar as possibilidades de transparência, resultando no aumento da satisfação da sociedade, promove o aumento da percepção de valor e nível de confiança (BRANDÃO; BRUNO-FARIA, 2013; TORFING, 2018). Portanto, infere-se que as tendências inovadoras que nortearam as propostas de reformas administrativas não consistiam em propostas antiburocracia em si, mas sim em propostas que buscaram corrigir os erros de percursos e as disfunções burocráticas que surgiram ao longo da história. Logo, tais

propostas empenharam-se na melhoria do desempenho estatal como meio de ir ao encontro dos anseios e valores da sociedade (CAVALCANTE; CAMÕES, 2015).

A adoção de inovação como forma de modernizar a burocracia gera, para além dos impactos sociais, impactos econômicos. A inovação torna os serviços mais eficazes por procurar novas formas de solucionar os problemas, otimizando os recursos e gerando facilidades para as empresas operarem. O Estado é um dos principais atores na macroeconomia, sendo não somente um fomentador da inovação nacional via sistemas nacionais de inovação e norteador das políticas de P&D, mas um comprador em potencial atuando pelo lado da demanda por inovação (BRANDÃO; BRUNO-FARIA, 2013).

O Estado pode atuar no fomento à inovação a partir do lado da demanda. Elder (2013) caracteriza essa atuação como toda ação pública direcionada para fomentar inovação e/ou acelerar a sua difusão de novas tecnologias por meio da criação de novas possibilidades de uso e aplicação. Dentre as novas tecnologias que o Estado pode fomentar estão, por exemplo, o big data, a internet das coisas, computação em nuvem, inteligência artificial, blockchain, dentre outras. Tais inovações tendem a ser aplicadas em campos que possuem a alta capacidade de uso devido às suas características universais, por exemplo, saúde, transporte, meio ambiente, dentre outros (ELDER, 2013).

Esse tipo de inovação é classificado como tecnologia de propósito geral, tendo como principais características: alta capacidade de difusão pelos diferentes setores, capacidade de se atualizar e gerar redução de custos para os usuários e se tornar base para outras inovações seja de processos, produtos, serviços ou outros (MAZZUCATO, 2014). Essas tecnologias apresentam resultados imediatos ou impacto econômico no curto prazo, todavia, se tornam relevantes no longo prazo, por exemplo, a adoção de computadores pelos governos e, mais recentemente, o uso de aplicativos em smartphones para prestação de serviços (ELDER, 2013; MAZZUCATO, 2014).

A inovação por demanda pode ser implementada por diversas estratégias, destacando-se, para esse trabalho, os seguintes instrumentos: aquisições estratégicas, medidas de construção de consciência e normatização. As aquisições estratégicas podem ser identificadas quando o Estado utiliza seu poder de escala para adquirir uma nova tecnologia e acelerar sua difusão e consolidação. Tem-se, como exemplo, a estratégia utilizada pelos Estados Unidos para fomentar o crescimento do

Vale do Silício por meio de compras de equipamentos tecnológicos (UYARRA, 2013, MAZZUCATO, 2014). Elder (2013) explica outros dois pontos, colocando que medidas de construção de consciência passam pela capacidade do Estado em utilizar sua credibilidade para fortalecer determinada tecnologia e se valer de atores estratégicos que estão em sua estrutura para apontar novas soluções por meio da tecnologia recente. Trata-se de uma ação estatal de caráter indireto e mais brando se comparada com a aquisição. Por fim, a regulação é quando o Estado constrói um arcabouço jurídico para dar sustentação e direcionamento para o surgimento da inovação, seja para evitar armadilhas jurídicas futuras e até para sinalizar para o mercado que é seguro investir em determinada tecnologia e que as regras estão postas (ELDER, 2013).

Conforme coloca Elder (2013, p.9, tradução nossa), do ponto de vista econômico, “[...] a importância da demanda por inovação [no setor público] é reconhecida há muito tempo, desde Adam Smith e Alfred Marshall”. Além disso, o autor destaca a importância de se abrir espaço para as próximas gerações da inovação. Conforme posto por Carneiro e Menicucci (2011, p. 37), há de se atentar às “‘monoculturas tecnológicas’, referindo-se ao fato de que, quando uma tecnologia se torna dominante, o foco do desenvolvimento tende a ser mais sobre o controle de custos e a rotinização” do que o impacto que está sendo gerado para a sociedade. Logo, fechar-se para novas formas de inovação, investindo apenas em soluções existentes, é como cair na mesma armadilha de eficiência da burocracia ideal weberiana.

As tecnologias da Era Digital, por exemplo, a internet, provocaram mudanças radicais no funcionamento e na natureza de governos, democracias e do próprio Estado (CEPIK *et al.*, 2014; MOURA *et al.*, 2020). Segundo Paulin (2017), o avanço tecnológico do século XX poderá ser o suporte às tecnologias do século XXI, com grande potencial de conduzir o crescimento econômico. Moura *et al.* (2020) colocam que a virada do século deu início ao que está sendo considerado como sendo Quarta Revolução Industrial, com impactos na economia, sociedade e governos. Esses impactos são reflexos de décadas de transformações tecnológicas que modificaram, inclusive, a relação governo e sociedade (MOURA *et al.*, 2020).

Os avanços da internet e demais tecnologias da informação possibilitaram novos arranjos na administração pública. Esses criaram um ambiente favorável à incorporação e combinação de novas ferramentas tecnológicas a fim de melhorar a

legitimidade do Estado, por meio da ampliação da participação cidadã, prestação de serviços à população, demandas econômicas e a própria eficiência do Estado (CEPIK *et al.*, 2014; MOURA *et al.*, 2020).

A eficiência do Estado na prestação de serviços está, muitas vezes, relacionada à capacidade dele em receber informações, processá-las, e, a partir disso, apresentar uma resposta. Uma resposta eficiente passa pela capacidade de atender de fato à demanda feita e celeridade em que ela é apresentada. Logo, a organização e a confiabilidade dos dados estão ligadas à qualidade e agilidade da administração pública em suas respostas. Portanto, o uso da tecnologia mais apropriada é fundamental para alcançar a eficiência possível (MOURA *et al.*, 2020).

A partir desse contexto, como forma de ampliar a governança do cidadão sobre o Estado, Paulin (2017) argumenta a possibilidade do uso de inovações tecnológicas para a criação de um sistema aos moldes de um “livro-razão virtual” global e distribuído para a gestão de dados. Em 2008, Satoshi Nakamoto publicou um *white paper*², no qual descrevia uma tecnologia baseada em livros-razão, virtuais e distribuídos, com um encadeamento de informações que a tornava segura contra fraudes e alterações, além de ser transparente e auditável (NAKAMOTO, 2008). Essa tecnologia foi denominada de blockchain.

Segundo Moura *et al.* (2020), a blockchain é uma tecnologia expoente, ganhando destaque pela sua capacidade de conferir confiabilidade e segurança aos dados. Toda essa segurança se concentra na construção tecnológica da blockchain, que lança mão de criptografia, redes descentralizadas e distribuídas para gerar segurança e confiabilidade.

Governos têm utilizado a blockchain para implementar inovações na prestação de serviços para a sociedade e até mesmo para aumentar o nível de segurança das suas informações. Segundo Alves *et al.* (2020, p. 3), “[...] a blockchain provê uma forma singular de proteger os dados sobre a rede, utilizando um controle descentralizado para garantir a segurança em suas transações [...]”, além de ser considerada uma tecnologia capaz de proporcionar soluções disruptivas em diferentes contextos, inclusive na administração pública. De acordo com Berryhill *et al.* (2018), na publicação vinculada à Organização para a Cooperação e Desenvolvimento

2 Segundo Hayes (2021) um *White Paper* é um documento informativo geralmente emitido por uma empresa ou organização sem fins lucrativos para promover ou destacar os recursos de uma solução, produto ou serviço que ela oferece ou planeja oferecer. O objetivo desse instrumento é promover um determinado produto, serviço, tecnologia ou metodologia.

Econômico (OCDE), a tecnologia de blockchain tem capacidade de atender a mais de 1,1 bilhões de refugiados que não possuem documentos de identidade, além de ter ajudado a Colômbia, em 2016, na realização do plebiscito sobre o tratado de paz.

A blockchain é considerada uma grande aposta tecnológica do século XXI, tendo seu impacto tecnológico equiparado à invenções como a roda, o motor a vapor ou a internet (BECK; MÜLLER-BLOCH, 2017; ALCANTARA *et al.*, 2019). A blockchain é uma inovação do campo da tecnologia da informação com alto potencial de impacto em diversos setores da sociedade e economia nos próximos anos, tendo caráter disruptivo e de uso geral, apoiando a troca de informações e transações de forma segura e confiável (ØLNES *et al.*, 2017; HOLOTIUK; MOORMANN, 2018; CLOHESSY; ACTON, 2019, ALVES *et al.* 2020). Além disso, a blockchain está entre as principais tendências tecnológicas para governos. Todavia, faz-se necessário aprofundar a discussão a respeito da relação entre a administração pública e a blockchain (ØLNES *et al.*, 2017; MOURA *et al.*, 2020).

2.3 Blockchain

O termo blockchain foi criado a partir da publicação de Satoshi Nakamoto, em 2008, que descreveu o funcionamento de um sistema que fosse capaz de registrar transações entre pares de forma segura, transparente, baseado em criptografia e sem a necessidade de um órgão central para validá-las (NAKAMOTO, 2008). Em 2009, foi criada, também por Satoshi Nakamoto, o Bitcoin, a primeira criptomoeda que foi construída a partir da blockchain (ALVES *et al.*, 2020).

Cabe salientar que, por mais que o conceito de blockchain se confunda com o de Bitcoin, são objetos diferentes. A blockchain é uma tecnologia geral base para diversos produtos e aplicações e o Bitcoin um dos diversos produtos criados a partir da blockchain (ALVES *et al.*, 2020; MOURA *et al.*, 2020). Contudo, todo Bitcoin é baseado em blockchain. Tal diferenciação é salutar para a discussão sobre aplicações em blockchain, a fim de desmistificar seu uso exclusivo para o setor financeiro de criptomoedas. Segundo o Tribunal de Contas da União (TCU):

Uma blockchain é um livro de registro de transações público, digital e seguro (um livro-razão). “Block” (bloco) descreve a forma como este livro-razão organiza transações em blocos de dados, que são então organizados em uma “chain” (cadeia) que os liga a outros blocos de dados. Os links tornam fácil a

tarefa de detectar se alguém alterou qualquer parte da cadeia, o que ajuda o sistema a se proteger contra transações ilegais (TCU, 2020, p. 8).

Assim sendo, pode-se destacar a blockchain como uma importante ferramenta de gestão da informação. Tal afirmação se baseia tanto no conceito apresentado, como nas características de confiabilidade, imutabilidade, autenticidade e auditabilidade, segurança no armazenamento e gerenciamento de dados destacadas por Clohessy e Acton (2019) e Moura *et al.* (2020) para a blockchain. Essas múltiplas características intrínsecas à blockchain é o que a torna uma solução tão disruptiva para o setor público.

De acordo com Alves *et al.* (2020, p. 3), a blockchain pode ser caracterizada como “[...] uma tecnologia que faz uso de uma arquitetura distribuída e descentralizada para registrar transações de maneira que um registro não possa ser alterado retroativamente, tornando este registro imutável”. Um dos pontos centrais para se discutir a imutabilidade da blockchain é a arquitetura na qual ela é construída. A blockchain é uma tecnologia que se escreve o futuro, mas não se muda o passado. Nesse sentido, é possível, por exemplo, inserir novas informações para corrigir alguma outra que foi inserida por engano, mas não é possível alterar a informação que foi inserida errada, apagando o erro.

As informações registradas na blockchain são feitas por meio de blocos de informações que são encadeados entre si por meio de código *hash*. O *hash* é um dado único e criado por meio de criptografia, o que pode ser considerada a impressão digital do bloco, logo o que garante também que o bloco seja identificado em todo um universo de blocos (ALVES *et al.*, 2020).

O bloco é dividido em duas partes: cabeçalho com as informações capazes de identificá-lo e os dados das transações. O cabeçalho contém: a identificação do bloco, o *hash* do bloco anterior, o *hash* do próprio bloco e o carimbo de dia e hora em que o bloco foi criado, denominado *timestamp*. O encadeamento entre os blocos é feito por meio do *hash*, e, como colocado, cada bloco possui a sua *hash* e mais a do anterior; dessa forma é possível identificar qual bloco é o seu antecessor, e assim por diante. Além disso, o *timestamp* é uma propriedade importante e funciona como uma segunda chave de segurança contra adulteração além do encadeamento de *hash*. Trata-se de uma redundância de segurança e “[...] essa propriedade torna mais difícil para um atacante manipular a rede blockchain, uma vez que, além de um identificador

único, um bloco também possui essa propriedade que varia bloco a bloco” (ALVES *et al.*, 2020, p. 5).

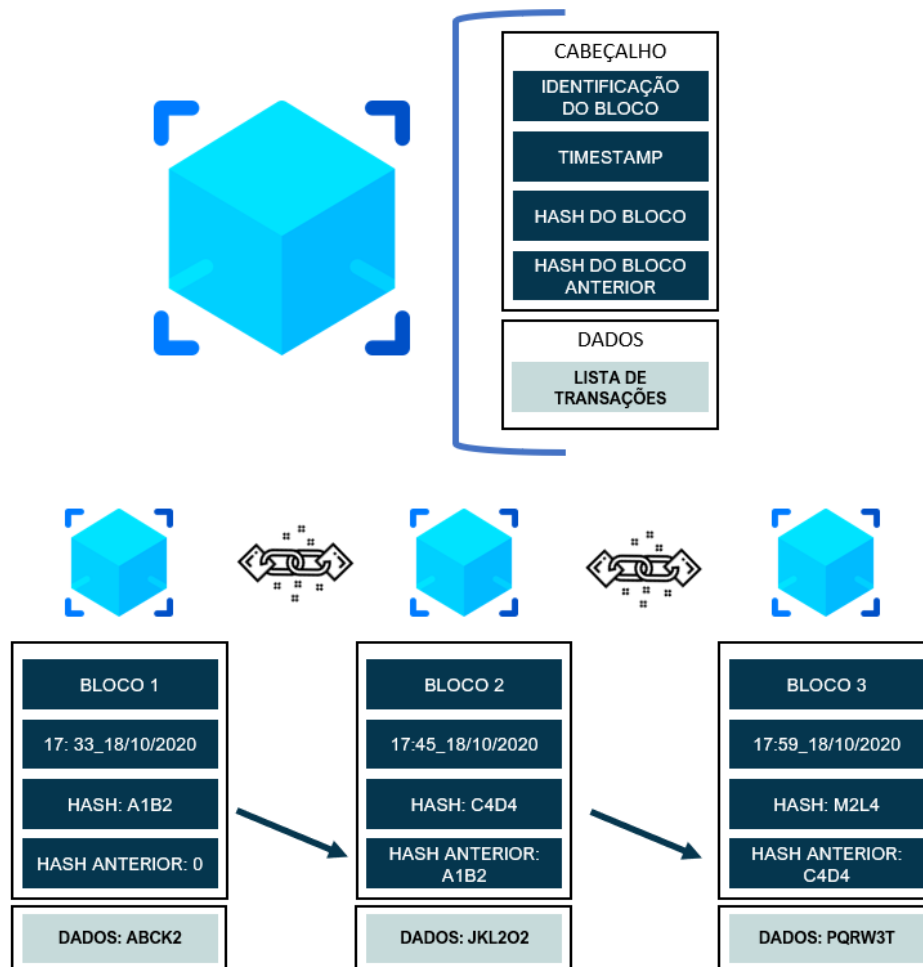
Os dados contidos no bloco são referentes às transações que ocorreram entre as partes envolvidas. Eles são assinados criptograficamente e possuem as informações a respeito da origem e destino das transações (TCU, 2020). O processo de assinaturas por meio da combinação de chaves é o que possibilita ao sistema identificar os usuários que estão envolvidos na operação em questão, todavia, a diferenciação de funções entre a chave pública e privada oferece a possibilidade de anonimato aos usuários (BECK; MÜLLER-BLOCH, 2017; BATUBARA *et al.*, 2018). Segundo Moura *et al.* (2020), o bloco representa uma operação segura para as partes envolvidas devido às assinaturas digitais criptografadas e ao registro que foi feito e pode ser verificado a qualquer momento pelos pares, proporcionando assim a *accountability* das operações.

Segundo Beck e Müller-Bloch (2017, p. 5391, tradução nossa), “[...] o design altamente criptográfico da tecnologia blockchain a torna praticamente impossível reverter ou adulterar transações”. De acordo com Brasil (2020, p. 11), “[...] a transação é a abstração de um evento de negócios que altera o estado de um livro-razão”, o que significa que o livro-razão é atualizado a cada transação concluída. Uma vez inserido no livro, a informação não pode ser mais alterada ou excluída, sendo que, caso algum dos blocos da cadeia tenha seu conteúdo alterado por algum indivíduo mal-intencionado, o *hash* será alterado na cadeia em questão, tornando-a desordenada e, conseqüentemente, facilitará sua identificação e rejeição pelos demais nós (ALVES *et al.*, 2020; TCU, 2020).

A blockchain é considerada um sistema descentralizado e distribuído, significando que não existe um único livro-razão, todos os nós pertencentes à rede possuem uma cópia completa do livro-razão, de forma que a redundância da informação torna a rede forte contra-ataques. Um nó é um servidor conectado à rede blockchain que armazena uma cópia do livro razão, funcionando como um backup da rede. Esse nó é responsável tanto por validar a informação do bloco, por meio de mecanismos de consenso, quanto por inseri-lo, quando aprovado, na sua cadeia e encaminhar uma cópia do livro-razão atualizado para todos os demais (ALVES *et al.*, 2020).

A Figura 5 exemplifica as características de um bloco e como se dá o encadeamento de *hash* na blockchain.

Figura 5 – Estrutura e encadeamento de blocos



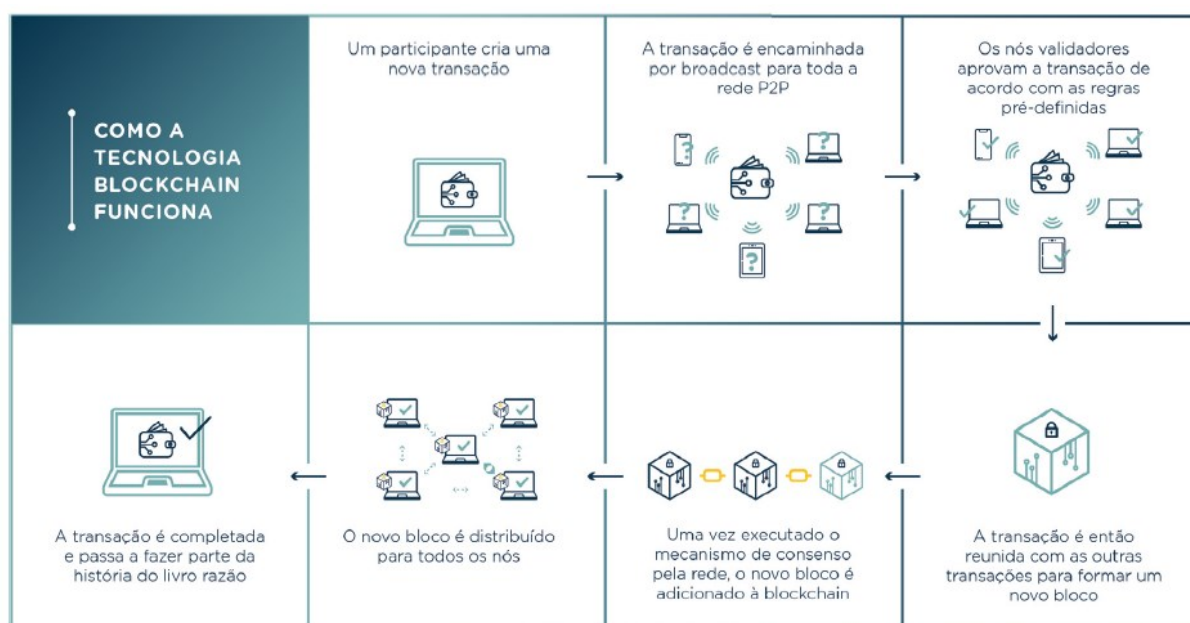
Fonte: Adaptado de TCU, 2020

O mecanismo de consenso é responsável por manter o alinhamento entre os nós, de forma que todos os blocos que forem inseridos estejam sob a mesma regra. Conforme Batubara *et al.* (2018) o mecanismo de consenso é específico a cada rede de blockchain, sendo considerado o conjunto de regras e procedimentos que irão certificar a confiabilidade nos livros-razão. O mecanismo é construído a partir de um algoritmo, ou seja, não há interferência humana na aprovação ou não de um bloco, que, segundo Ølnes *et al.* (2017), pode reduzir os custos envolvidos na transação, despontando como uma possível vantagem da blockchain. Além disso, mecanismos diferentes de consenso oferecem diferentes vantagens e desvantagens, por exemplo, velocidade das transações, eficiência energética, escalabilidade e segurança (BATUBARA *et al.*, 2018).

De acordo com Brasil (2020, p. 14), “[...] especificamente em uma rede blockchain, o consenso é obtido por meio da convergência dos nós em direção a uma versão única e imutável do livro-razão”. Como a segurança se dá pela coletividade dos nós, caso algum nó mal-intencionado adultere sua cópia, ele não conseguirá perpetuar a fraude, visto que ele não é capaz de burlar o consenso da maioria que possui a informação correta. Caso um nó esteja indisponível, ele também não afetará o consenso, já que existem outros capazes de operacionalizar o consenso.

A Figura 6 apresenta, de forma esquemática e genérica, o funcionamento de uma blockchain desde a criação de uma nova informação até seu registro no livro razão.

Figura 6 – Funcionamento genérico de uma blockchain



Fonte: BRASIL (2020, p. 11)

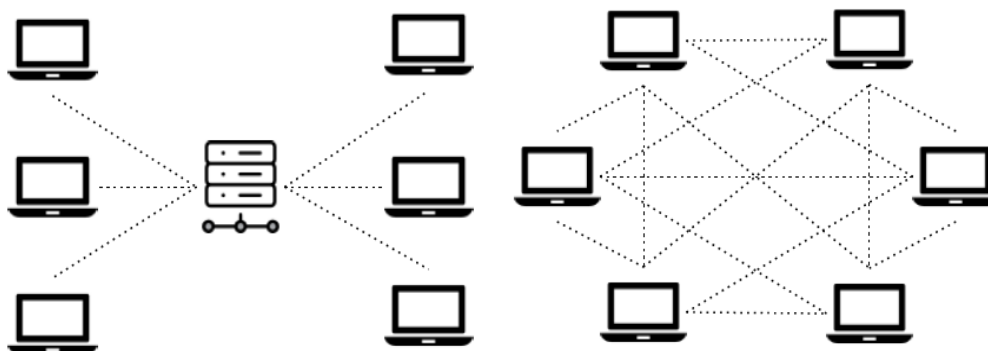
Uma rede blockchain, como já dito anteriormente, se diferencia das demais por ser uma rede distribuída e descentralizada, não existindo um único servidor central que reúne todas as informações e valida cada nova transação. Essa função é substituída pelos nós da rede e pelo mecanismo de consenso. A blockchain é caracterizada como uma rede ponto a ponto (*peer-to-peer*), sendo uma rede que não necessita de intermediário para que as transações sejam consideradas válidas.

Segundo Moura *et al.* (2020), a transação ponto a ponto promove celeridade em diversos tipos de processos, eliminando os intermediadores do processo. Alves *et al.* (2020) destacam que a rede interligada é o principal diferencial do modelo

descentralizado da blockchain com o modelo cliente-servidor, na qual há um servidor central responsável pela guarda e validação de todos os dados.

A Figura 7 representa a diferença de arquitetura entre as redes centralizadas e a rede ponto a ponto.

Figura 7 – Arquitetura servidor centralizado e servidor descentralizado



Fonte: ALVES *et al.*, (2020, p. 4)

A arquitetura da rede blockchain pode ser construída a partir de redes privadas ou públicas. As redes públicas de caráter não-permissionada possuem regras próprias de operação que, não necessariamente, são vinculadas a questões legais, a exemplo o Bitcoin; os nós são anônimos e o acesso à rede não é restrito. As redes privadas de caráter permissionada estão sob alguma regulamentação e os participantes são conhecidos e pré-selecionados, sendo comuns à aplicação de blockchain particulares (ALVES *et al.*, 2020). Conforme colocado por Moura *et al.*, para além da arquitetura técnica das redes, o ponto de divergência entre as rede se dá na forma que as chaves criptográficas são distribuídas, a pública de amplo acesso anônimo enquanto a privada as chaves são controladas, assim como as informações que estão na rede.

Os dados das transações na rede pública permanecem disponíveis e abertos. As redes públicas são constituídas por um ecossistema de nós autônomos de uma unidade central, ponto a ponto e que cooperam por meio do algoritmo de consenso. Nesse modelo, os nós são responsáveis pelo desempenho da rede. Como forma de incentivar que usuários com maior poder computacional integrem a rede, os

algoritmos preveem um tipo de gratificação para os nós que se colocarem à disposição para a “mineração” de dados, ou seja, criação de blocos (ALVES et al., 2020).

As redes privadas são arquiteturas que buscam se valer das vantagens da blockchain, principalmente da descentralização. Esse tipo de rede possui um controle rígido de quais participantes da blockchain podem acessar as informações e quais informações serão acessadas, sendo o controle feito por meio de criptografia (PRANDINI *et al.*, 2018). Segundo Alves *et al.* (2020, p.7), “[...] esse tipo de blockchain desvia da ideia de descentralização, pois essa característica, na maioria dos casos, está limitada à quantidade de nós na rede”.

Quanto à rede privada, Prandini *et al.* (2018) colocam que:

A princípio, a entidade central controla todos os nós, cedendo o direito de operá-los ou adicionar novos nós apenas a entidades autorizadas. Consequentemente, usuários só podem interagir com a rede por meio da própria entidade central ou das entidades homologadas a operar os nós. O modelo permissionado também traz a vantagem de preservar a privacidade dos dados, garantindo que só possam ser acessados pelas partes envolvidas em uma transação e pela entidade central, por meio de uma camada externa separada da rede DLT. Este método tem sido explorado por outros estudos de maneira bem-sucedida (PRANDINI *et al.*, 2018, p. 7).

Para Alves *et al.* (2020), existe uma terceira modalidade de rede, a híbrida. Segundo os autores, essa alternativa poderia ser efetivada por meio de um consórcio entre empresas, criando uma rede blockchain que seria acessada somente pelo grupo consorciado, compartilhando dados por meio da rede blockchain. A blockchain híbrida se mostra como viável em um cenário no qual “[...] diferentes empresas se unem para construir uma blockchain própria, onde apenas as empresas participantes detêm a blockchain propriamente dita, já o direito de leitura e escrita pode ser, ou não, disponibilizado ao público” (ALVES *et al.*, 2020, p. 7).

Com base na explanação a respeito da arquitetura de uma blockchain, é possível compreender a origem e a base de suas características. De acordo com Moura *et al.* (2020), a partir da arquitetura de blockchain, identifica-se a segurança dos registros, integridade, confiabilidade por conta de sua imutabilidade; capacidade de resistir a ataques maliciosos devido a sua descentralização e, por fim, a possibilidade de *accountability* nas operações.

TCU, 2020 avança os achados de Moura *et al.* (2020) quanto às características da blockchain, qualificando-as. Como forma de enriquecer a discussão,

acrescenta-se, ao estado da arte deste trabalho, as vantagens e aplicabilidades das propriedades da blockchain postas por TCU, 2020, sendo elas: hipertransparência e auditabilidade, integração de informações dentro e fora dos limites da administração pública (distribuído e descentralizado), desintermediação e automação de transações e processos, inexistência de ponto único de falha (disponibilidade), *log* imutável e integridade das informações (imutabilidade e integridade), autenticação das transações (irrefutabilidade).

A hipertransparência e auditabilidade se caracterizam pela possibilidade de qualquer usuário auditar as transações que ocorreram na blockchain. O conteúdo das transações tem sua segurança garantida pela criptografia de dados, ou seja, apenas quem possui a chave criptográfica é capaz de ler, mas qualquer pessoa com acesso a rede pode ver se o bloco foi ou não alterado. Essa característica se dá por meio dos encadeamentos de segurança de *hash* e *timestamp*.

Uma blockchain utilizada pelo governo reforça as iniciativas de *accountability* tão exigidas pela sociedade civil. Reforça o direito do cidadão de acesso aos dados. Do ponto de vista dos governos, “[...] a possibilidade de visualizar blockchains públicas das empresas [privadas] ajuda a monitorar e regular mercados em que não seja um participante direto das operações” (TCU, 2020, p. 18).

A rede blockchain tem por características o compartilhamento constante e em tempo real das informações entre os nós. Dessa forma, uma das formas de aplicabilidade da blockchain está relacionada à integração de informações, devido à característica de atualização constante da rede blockchain. Considerando que a rede blockchain hospeda diferentes informações de diferentes organizações, tem-se a seguinte situação: dados cadastrais de usuários, dados de certidões negativas, dados financeiros, dentre outros, em diferentes organizações, sendo que cada uma controla um desses dados. Cada nó é atualizado constantemente com cópias de todas as informações da rede, tornando-se um ponto de interseção de informações. Logo, se um dado é atualizado em uma das diferentes bases de dados, será atualizado com a nova informação assim que a rede compartilhar a última versão do livro-razão.

Logo, redes blockchain poderiam ser utilizadas entre diferentes bases como uma camada de integração que facilitaria a colaboração entre elas, ao mesmo tempo que manteria o sigilo dos dados devido ao sistema de criptografia. Essa é uma característica importante para os contratos inteligentes.

A integração de informações está diretamente relacionada à característica da desintermediação e automação de transações e processo, como relatado pelo TCU, 2020. Essa característica em questão se refere à capacidade da rede em realizar transações sem a necessidade de intermediário central. É possível, por meio de algoritmos, programar como se dará as consultas às bases de dados e execução de determinados processos. Além de simplificar os fluxos processuais, aumentando a eficiência e segurança, a retirada do fator humano das análises reduz o risco de falhas, custos e torna o processo mais célere. Também se trata de uma característica que permite existir os contratos inteligentes.

A blockchain é forte por causa da sua rede. Quanto mais nós, mais forte a rede é. Assim sendo, sua capacidade de disponibilidade é um fator que a diferencia de vários outros modelos. Com uma autoridade central, um único ataque ou um problema técnico pode tirar todo um sistema do ar. Com a blockchain, caso um nó fique inoperante a rede consegue se manter operacional. Essa característica torna a blockchain uma rede onde inexistente ponto único de falha, ou seja, não há indisponibilidade de acesso. Para acabar com rede, seria necessário tornar todos os nós inoperantes, por isso a importância de uma rede ampla.

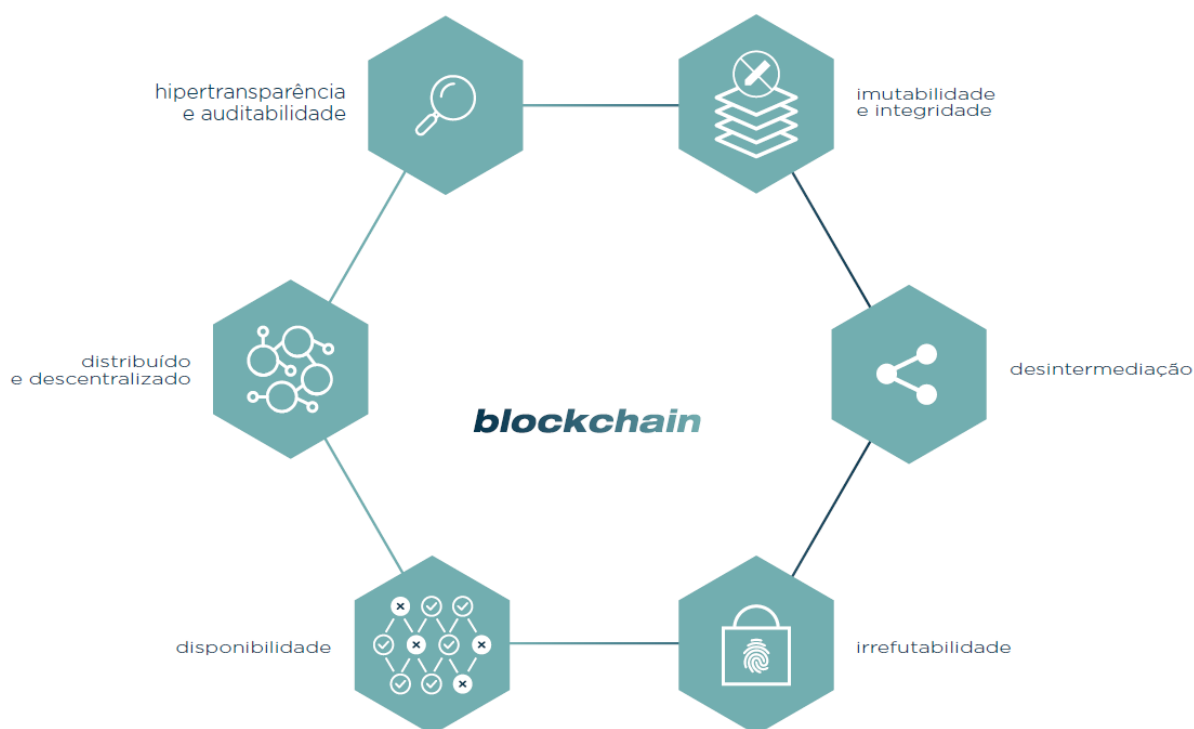
A imutabilidade e integridade das informações se dão pelo encadeamento de dados. Uma vez que o conteúdo do bloco é alterado, a *hash* é alterada e se torna um bloco fora do padrão. Logo, não se pode mudar nenhum conteúdo de bloco que já foi validado; caso isso aconteça, o bloco é identificado e fica fora do padrão. A própria lógica da blockchain é rompida quando a adulteração é consumada. Dessa forma, a imutabilidade está relacionada à incapacidade de qualquer usuário da rede em realizar uma alteração fraudulenta e não ser descoberto e a fraude eliminada da rede. Logo, há uma garantia que toda informação, que está na blockchain, é íntegra, sem qualquer adulteração.

Por fim, TCU, 2020 destaca a autenticação das transações por meio das assinaturas digitais, criptográficas e individuais. Toda transação realizada em uma blockchain precisa ser assinada por uma chave como forma de autenticação. Por meio da combinação entre chave pública e privada, é possível assegurar que a assinatura digital foi feita por um usuário da blockchain. Por exemplo, um contrato elaborado em uma blockchain que é assinado por dois usuários diferentes, torna a assinatura válida, uma vez que esta é inserida no contrato apenas com a combinação das chaves e registrado em *hash* imutável. De acordo com Brasil (2020, p. 20), com o método que

combina o uso de chave pública e privada “[...] e funções de hash, um usuário é capaz de realizar assinaturas digitais sobre as transações, servindo como uma prova inegável de que é o emissor de determinada mensagem (irreputável)”.

A Figura 8 apresenta de forma consolidada todas as propriedades da tecnologia de blockchain.

Figura 8 – Propriedades da tecnologia blockchain



Fonte: Brasil (2020, p. 20)

A blockchain é uma tecnologia que nasceu como resposta para problemas relacionados às transações financeiras, todavia suas características a tornam uma tecnologia de propósito geral. A solução de segurança, imutabilidade e confiança fornecidas pela blockchain são relevantes, para além da esfera das criptomoedas (MOURA *et al.*, 2020, p. 262). De acordo com Alcantara *et al.* (2019), a blockchain possui potencial para as áreas de saúde, educação, governo, cadeia de suprimentos, dentre outras ainda não exploradas.

Para setores que estão relacionados com a temática de cadeia de suprimentos, a blockchain pode ser uma importante ferramenta de eficiência, principalmente, para controle logístico dos produtos e dos documentos legais vinculados ao processo (MOURA *et al.*, 2020). Segundo Alves *et al.* (2020), o

Everledger Diamonds é um exemplo de uso de blockchain em cadeia de suprimentos. Ele foi criado pela iniciativa privada, mas é uma externalidade positiva para governos que atuam no combate à exploração ilegal de diamantes. Surgiu como uma forma de garantir a procedência do diamante, sendo possível rastrear desde a origem até destino, evitando a extração ilegal, comercialização de produtos oriundos furtos e/ou falsificações, já que os produtos na blockchain podem ser rastreados. Além disso, é um sistema que agrega valor ao produto.

Considerada uma nova frente de desenvolvimento da tecnologia de blockchain, a plataforma Ethereum surgiu como uma forma de sustentar novos usos da blockchain (TCU, 2020). Ela foi a primeira a utilizar a blockchain para estruturar os *smart contracts*, que, em tradução literal, são os contratos inteligentes.

Em 2014, Vitalik Buterin utilizou o conceito desenvolvido por Nick Szabo de contrato inteligente para desenvolver a plataforma de blockchain Ethereum. Um contrato inteligente é de fato um contrato, contudo construído em cima de um código computacional e que será executado conforme as condições inseridas nele. A tendência é que esses códigos sejam elaborados a partir de condicionantes, ou seja, se uma condição A for dada como satisfeita, uma ação B será executada. Logo, são contratos executados automaticamente pelo código, assim que as condições são atendidas, não sendo contratos que abrem espaço para interpretação, portanto não apresentam ambiguidades. O contrato também deve ser validado pelo consenso antes de ser inserido na blockchain. Por estarem inseridos na blockchain, esses contratos também desfrutam das questões de segurança, imutabilidade e transparência, propriedades intrínsecas à blockchain, logo, uma vez inseridos na blockchain, eles não podem ser alterados (ALVES *et al.*, 2020; MOURA *et al.*, 2020). Segundo Brasil (2020, p. 15), contratos inteligentes são definidos como “[...] código-fonte em linguagem de programação (scripts), que podem ser definidos e autoexecutados em uma infraestrutura de blockchain ou DLT”.

Visto que os contratos não podem ser alterados, e que são executados apenas sob condições sim ou não, é mister realizar testes antes e levantar o máximo de possíveis conflitos, antes de publicar o contrato em uma plataforma (ALVES *et al.*, 2020). Os nós são os responsáveis por executar o algoritmo do contrato enviado à rede e, após validação do consenso, inseri-lo na cadeia de blocos e enviar a nova cópia do livro razão para os demais nós. Para Brasil (2020, p. 15) é o “[...] uso de

blocos de dados encadeados, criptografia e algoritmos de consenso, entre outras tecnologias, dá sustentação aos contratos inteligentes”.

Segundo TCU, 2020, um contrato inteligente se caracteriza atender a quatro condições: observabilidade, verificabilidade, obrigatoriedade e privacidade. A primeira delas se relaciona com a capacidade de identificar o cumprimento das cláusulas pelas partes. Verificável na medida em que uma das partes pode informar que certa cláusula ainda não foi cumprida ou que o contrato foi violado. A terceira característica de obrigatoriedade faz com que o contrato seja executado conforme seu código fonte, sem margem para interpretações divergentes. Por último, TCU, 2020 coloca a privacidade, já que o acesso ao conteúdo é limitado a determinados indivíduos.

Brasil (2020, p. 15) também faz uma lista de vantagens do uso de contratos inteligentes, sendo eles: transparência; menor prazo para execução, já que elimina processos e análises manuais; previsibilidade da execução por se tratar de programação já definida; segurança dos dados; rastreabilidade e auditável; menor custo; uma vez que não possui intermediários; e, por fim, o aumento de confiança entre as partes.

Por fim, como já evidenciado, a blockchain é uma inovação com grande potencial para as organizações. Portanto, também é necessário compreender os aspectos que envolvem sua adoção organizacional. Como posto por Batubara *et al.* (2018), a imaturidade da blockchain se dá por meio dos desafios relacionados à sua adoção pelas organizações, algo que é comum na introdução de novas tecnologias. Logo, compreender o processo de adoção da blockchain é crucial para a construção de conhecimento a respeito da tecnologia, para apoiar as organizações em seus processos e colaborar com a disseminação da blockchain pelas organizações.

2.3.1 Blockchain e o Estado

Ao apontar que “[...] a blockchain, ao proporcionar a segurança dos dados, pode aprimorar a eficiência nos serviços da administração pública”, Moura *et al.* (2020, p. 271) colocam a blockchain como uma tecnologia capaz de otimizar os processos burocráticos. Para além de antagonismos entre burocracia e a inovação, a blockchain apresenta potencial para auxiliar a administração pública a melhorar seus resultados. Inclusive, trata-se de uma tecnologia que vai ao encontro dos princípios da

administração pública de legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência.

A Figura 9 apresenta os possíveis impactos que, de acordo com Moura *et al.* (2020), poderiam ser gerados pela adoção de blockchain pelo setor público.

Figura 9 – Impactos potenciais da blockchain no setor público



Fonte: MOURA *et al.*, 2020, p. 268.

Para Moura *et al.* (2020), a blockchain melhorará a eficiência na gestão dos dados, acarretando a redução de processos burocráticos por meio do processamento de dados, como, por exemplo, com relação à execução de contratos inteligentes. Além disso, a blockchain poderá facilitar o compartilhamento de informações, tanto com o objetivo de facilitar a oferta de serviços, quanto de fiscalização por parte do Estado.

Em sua pesquisa, Moura *et al.* (2020) encontraram diversas aplicações da tecnologia blockchain para o setor público, tanto em processos, formulação de políticas públicas, relação sociedade-Estado e participação social. O Quadro 2 sistematiza a possível utilidade de blockchain e quais seriam suas aplicações e benefícios aos setor público.

Quadro 2 – Aplicações da Blockchain no setor público

Utilidade da Blockchain	Aplicações	Benefícios na administração pública
Processamento de dados	Armazenamento de bases de dados distribuídas, melhorando a segurança dos dados públicos, proporcionando melhor gestão, transparência e imutabilidade	Combate à corrupção e transparência
	Aplicada ao setor de registro de propriedades de imóveis,	Serviços de registros, certificações e certidões

	certidões negativas, documentos de identificação, evitando adulterações	sem fraudes
Segurança de dados	Eleições e/ou votações com suporte da Blockchain para confiabilidade ao processo	Incremento dos mecanismos de participação cidadã
Novos modelos de regulamentação estatal	Processamento e armazenamento de dados na <i>Blockchain</i> , proporcionando melhor gestão, transparência e imutabilidade	Descentralização segura de registros civis e outros dados utilizados pela administração pública
Novos procedimentos institucionais	Reestruturação das instituições públicas a fim de adaptação à implementação da <i>Blockchain</i> , trazendo eficiência ao setor	Eficiência, atualização e modernização de processos e regulações do setor público

Fonte: Moura *et al.* (2020, p. 269).

A transparência dos atos públicos se relaciona com a capacidade de um governo ser fiscalizado. Além disso, a corrupção pode se dar por meio da adulteração de dados sensíveis à fiscalização. Nesse cenário, a blockchain atuaria como um lacre virtual contra violações e adulteração de informações. A capacidade de verificação das informações não só traria maior controle social, como mais facilidade de identificar os desvios de conduta individuais suspeitos.

A tecnologia de blockchain poderia ser aplicada a gestão financeira de determinados fundos a fim de dar mais transparência dos gastos. Por exemplo, o Fundo Amazônia, que recebe doações de diversos países e entidades, poderia ter suas contas registradas em aplicação de blockchain e seria possível identificar como o dinheiro foi gasto e com o que foi gasto. Além de conferir transparência e facilitar as auditorias, o sistema garantiria maior segurança para os doadores sobre como o recurso estaria sendo aplicado (ALVES *et al.*, 2020, p. 20).

Além dessa aplicação, a gestão quantitativa de determinados ativos, a blockchain poderia atuar na certificação de documentos produzidos pelo próprio governo. Essas certidões seriam emitidas a partir da blockchain com caracteres possíveis de serem lidos no sistema e saber se o documento é original. Por exemplo, o governo poderia utilizar uma certificação digital de rápida leitura para dar validade a um documento de demarcação de terras indígenas. Esse documento poderia conter todas as coordenadas geográficas da reserva e caso alguma pessoa má intencionada tentasse se identificar como dono da terra, bastaria apresentar o código ou localizá-lo

na base de dados e seria possível confirmar a fraude (ALVES *et al.*, 2020; MOURA *et al.*, 2020). Nessa direção, de prevenção de fraudes, o governo sueco tem utilizado redes privadas de blockchain apenas com nós autorizados para fazer os registros de imóveis e o histórico de transações para reduzir possíveis fraudes imobiliárias (ALVES *et al.*, 2020).

A arquitetura blockchain se estrutura como um livro razão que registra as transações, ou seja, de onde e para onde. Logo, tendo os registros escritos em um livro público, seria possível atender simultaneamente os anseios sociais de transparência e combate à corrupção com eficiência, confiabilidade e celeridade (ALVES *et al.*, 2020; MOURA *et al.*, 2020).

A segurança de um livro-razão centralizado está relacionada a sua capacidade de resistir a ataques diretos, sendo que um único ataque que obtenha êxito poderá colocar todo o sistema em descrédito. Com uma arquitetura distribuída, o livro-razão da blockchain se vê resguardado por demandar um grande esforço de ataque coordenado ao diversos livros espalhados pelos nós. E, mesmo que algum livro seja adulterado, os mecanismos do sistema rejeitariam esse livro fora do consenso (TCU, 2020).

Uma vez que “[...] a tecnologia blockchain se caracteriza por prover a imutabilidade dos dados, descentralização, alta disponibilidade, transparência e segurança (ALVES *et al.*, 2020, p. 20), a blockchain poderia ser uma ferramenta central no aumento da confiabilidade do cidadão em processos eleitorais. O voto, uma vez computado, seria inserido na blockchain, de modo que seria possível identificar que uma determinada pessoa cadastrada no sistema, de forma anônima, registrou seu voto para determinado candidato ou opção, visto que poderia ser utilizado em plebiscito popular. Qualquer adulteração de votos seria facilmente percebida. Isso tornaria o processo de votação e consultas mais seguro, confiável, dinâmico e transparente MOURA *et al.*, 2020).

Como novos modelos de regulamentação estatal, a blockchain abre caminho para a transformação de normas em processos tecnológicos. Nesse contexto, segundo Moura *et al.* (2020), estão inseridos: controle logístico de alimentos, drogas, energia elétrica, matéria-prima, dentre outros. Considerando que essas atividades envolvem, além de uma legislação específica, e, na realidade brasileira, uma interação entre diversos órgãos de diferentes esferas. Tal integração poderia ser facilitada por meio de uma arquitetura blockchain na qual as informações seriam compartilhadas

entre os atores. Uma blockchain poderia ser utilizada na gestão de estoques de medicamentos de alto custo, identificando qual é o fornecedor, quem foi o médico que receitou, para quem receitou e onde essa pessoa retirou esse remédio. Aplicado a um contexto de controle de matéria-prima, a blockchain poderia ser responsável por validar se todas as licenças ambientais necessárias estão válidas, qual a origem do produto e para onde ele está indo. Uma vez que os dados fossem inseridos na blockchain, não seria mais possível adulterar o documento ou a carga.

Nessa perspectiva, também seria possível reduzir o tempo de fiscalização e a quantidade de documentos exigidos. A autorização final poderia ser estruturada a partir de um modelo de contrato inteligente onde a condição para autorização permanecer válida seria manter todas as certidões conforme indicado na legislação.

Os contratos inteligentes também seriam uma solução relacionada a novos procedimentos institucionais. Nesses contextos, eles poderiam ser aplicados a licitações e a demais compras públicas. As condições do contrato seriam as mesmas preconizadas pela lei de licitação, todavia, apenas seria validado quando todas as etapas relacionadas às compras fossem concluídas (MOURA *et al.*, 2020). Com as mudanças tecnológicas e a transformação de etapas manuais em digitais, há de se atentar para alguma necessidade de mudanças em processos e atribuições, assim como regulamentar as certificações e validações oriundas da blockchain.

Por fim, pode-se inferir que a blockchain tem potencial para auxiliar a gestão pública a melhorar sua credibilidade quanto à confiabilidade dos seus atos, inibir fraudes processuais, adulteração de documentos, certidões, dentre outros (MOURA *et al.*, 2020).

A blockchain é uma tecnologia recente e que ainda está em fase de discussão e regulamentação. Há, sim, um interesse de diversas instituições e setores em ampliar e aprofundar seu uso na administração pública. Como explanado por Mazzucato (2014), o Estado é um importante ator no fomento a inovação de fronteira, principalmente caminhando na regulamentação, pavimentação a segurança jurídica para o setor privado, investindo no desenvolvimento da tecnologia, testando os possíveis riscos maiores e criando um ambiente favorável à iniciativa privada.

2.4 Adoção de Blockchain

O uso de blockchain está se propagando pelos diversos setores, e cada organização está buscando formas de adotar a tecnologia e combiná-la com seus sistemas e capacidades (KAMBLE *et al.*, 2021). A adoção organizacional tem por objetivo identificar quais devem ser os ajustes que a organização deve fazer para incorporar e utilizar a tecnologia a fim de encontrar o ponto de equilíbrio entre as capacidades da organização e o máximo de desempenho da tecnologia, tendo como objetivo final o aumento de eficácia organizacional global (BATUBARA *et al.*, 2018; HOLOTIUK; MOORMANN, 2018).

Esse processo de acomodação não é exclusivo da blockchain, sendo percebido também em processo de implementação de ERP, visto que essa tecnologia também é conceitual e que existem diversas plataformas, ou mesmo a adoção da computação em nuvem (DRUMMOND *et al.*, 2017; HOLOTIUK; MOORMANN, 2018). As inovações estão constantemente reformulando o design das organizações, por mais que as inovações tecnológicas sejam um dos principais catalisadores de mudança segundo Holotiuk e Moormann (2018), não se pode dizer que eles são os únicos. Contudo, é importante analisar os diversos fatores da mudança e adoção, porque tanto a inovação pode modificar a organização, quanto a mudança organizacional pode exigir novas respostas e, conseqüentemente, ser um fator gerador de inovação.

A discussão acadêmica sobre blockchain relacionada à adoção organizacional ainda é limitada. Embora haja uma bibliografia significativa sobre aspectos técnicos e operacionais da blockchain, principalmente sobre finanças e logística, a produção de estudos quanto à adoção de blockchain ainda é deficitária, sendo esse um processo essencial para fomentar e dar segurança às organizações para adotarem a tecnologia (HOLOTIUK; MOORMANN, 2018). Segundo Kamble *et al.* (2021, p. 2, tradução nossa), “[...] a maioria dos estudos sobre adoção de blockchain tem se concentrado no desenvolvimento de estruturas teóricas e são conceituais”. Um dos motivos para essa baixa produção acadêmica é o foco nos aspectos tecnológicos da blockchain, discussões sobre a melhoria da tecnologia em si com novas possibilidades e aplicações. Além disso, a discussão de blockchain ainda é capturada pelo viés financeiro.

De acordo com Holotiuk e Moormann (2018, p. 13, tradução nossa), “[...] não são apenas os aspectos técnicos dessas inovações que devem ser enfatizados na discussão atual sobre blockchain”. Compreender os aspectos técnicos a respeito de inovações como a blockchain é imprescindível, contudo, também é importante que outros aspectos relacionados à sua adoção sejam igualmente pesquisados (HOLOTIUK; MOORMANN, 2018).

Compreender a mudança organizacional é um fator fundamental para analisar a difusão de inovações tecnológicas. Tal compreensão da adoção de blockchain é relevante dada a sua capacidade transformacional das organizações. Principalmente para a blockchain que possui características que devem ser analisadas no nível da organização como um todo e não no nível individual, já que ela tem potencial para afetar a organização em si e demais atores externos (HOLOTIUK; MOORMANN, 2018).

2.4.1 Processo de adoção tecnológico aplicado à Blockchain

O processo de adoção tecnológica é um modelo genérico, sendo necessário inseri-lo em um contexto para obter informações suficientes para uma análise. Logo, ele será aplicado ao contexto de adoção organizacional da blockchain.

A fase de descoberta corresponde ao momento que a organização inicia seu trabalho de prospecção de informações sobre a blockchain, passando por pesquisas e levantamento das aplicações que podem ser relevantes para o negócio da organização (BECK; MÜLLER-BLOCH, 2017). Essa fase é muito importante para a adoção tecnológica, visto que a tecnologia de blockchain ainda não atingiu seu nível de maturidade ideal e ainda estão sendo descobertas funcionalidades e aplicações (KAMBLE *et al.*, 2021). Essa fase é como o início da adoção de qualquer tecnologia, marcada pelo esforço de P&D e alinhamento entre a ferramenta e a organização.

A adoção tecnológica é iniciada quando há o reconhecimento da alta administração das vantagens da blockchain. Contudo, ainda é necessário desenvolver uma visão estratégica de blockchain para os gestores do nível estratégico, apontando com mais clareza as vantagens e os riscos. A blockchain deve ser apresentada a alta gestão não só como mais uma tecnologia a ser incorporada à organização, mas sim como uma vantagem competitiva para a organização. Essa vantagem pode ser estruturada a partir da indicação de um problema existente na organização e que, ao

ser resolvido por meio da adoção de blockchain, obterá um resultado melhor que as demais alternativas, ou ainda um problema que somente pode ser resolvido por blockchain (CLOHESSY; ACTON, 2019).

A incubação é fruto de pesquisas relevantes realizadas pela organização. Ela depende de casos que possam ser abordados com blockchain de forma que seja possível realizar as simulações necessárias para que sejam testadas as hipóteses levantadas. Os casos de aplicações devem ser simples e permitir a realização de experimentações e prototipagens em rodadas rápidas e com *feedbacks* também rápidos e claros. Deve-se levar em consideração, ao escolher casos para aplicações, situações que trarão o mínimo possível de resistência à aplicação da tecnologia e dos ajustes necessários para acomodá-la. As aplicações deverão ser validadas a partir de critérios pré-estabelecidos de aceitação e desempenho, de forma que seja possível avaliar a contribuição real da aplicação para a organização. É importante que o protótipo encontre um lugar com baixa resistência para se desenvolver e que os resultados sejam promissores para a organização, caso o contrário corre-se o risco de que o processo seja descontinuado ou que encontre dificuldades para apresentar seu potencial máximo (BECK; MÜLLER-BLOCH, 2017). Durante a fase de incubação da blockchain na organização, é importante envolver o máximo de atores de diferentes setores. A criação de uma equipe multidisciplinar aumenta as chances de criar um protótipo que consiga retirar o máximo de proveito tecnológico, ao mesmo tempo que apresenta uma aderência significativa ao negócio da organização e seus processos. Nesse caso, pode ser estratégico contar com o apoio de organizações externas (BECK; MÜLLER-BLOCH, 2017; HOLOTIUK; MOORMANN, 2018).

Outro ponto de atenção na incubação é a capacidade da organização em desenvolver a tecnologia e aplicá-la ao seu negócio. O conflito entre exploração e exploração é destacado por Holotiuk e Moormann (2018), sendo que as organizações que conseguiram melhor desempenho, alcançaram o equilíbrio entre essas duas atividades. Logo, a ambidestria é um ponto diferencial e que não se restringe apenas a blockchain.

Os relacionamentos criados entre as equipes durante a incubação são fundamentais para acelerar a adoção e caminhar para a implementação de fato. As relações internas devem ser alinhadas de forma a definir responsabilidades e papéis de governança para todos os envolvidos. Deve-se consolidar as ponderações de todas as áreas envolvidas, não somente da TI.

As relações extraorganizacionais são relevantes para a lógica de rede blockchain. A blockchain se estrutura em uma rede descentralizada de nós validadores e quanto mais nós, mais forte é a rede. Portanto, a cooperação é a chave para alcançar o potencial máximo da blockchain com a redução de custos e melhoria de desempenho da rede, além do aumento da segurança (BECK; MÜLLER-BLOCH, 2017).

A institucionalização da blockchain ainda é algo que demandará mais tempo. A tecnologia tem evoluído rapidamente e seu nível de adoção tem acelerado juntamente com a expansão e aceitação do bitcoin como uma possível moeda (SORIMA NETO, 2021). Todavia, ainda é algo que está em fase de adoção pelas organizações por ser uma tecnologia ainda recente e suas aplicações ainda estarem sendo descobertas e validadas. Algumas iniciativas espalhadas pelo mundo saltam a frente dessa corrida pelo desenvolvimento e adoção da tecnologia, todavia, essas experiências ainda não foram documentadas com detalhes suficientes para classificá-las como na fase de institucionalização; há indícios de países como Holanda e empresas privadas como Walmart estão na fase de transição com resultados de curto prazo sendo identificados e estudados (DIMITROV, 2019; ALCANTARA *et al.*, 2019)

Destaca-se que a blockchain é uma tecnologia fundamental e de propósito geral, e sua adoção pelas organizações é um processo longo, com grande potencial de aumento de eficiência (HOLOTIUK; MOORMANN, 2018; CLOHESSY; ACTON, 2019). Contudo, alguns desafios ainda precisam ser superados para a adoção organizacional da tecnologia.

Além disso, retomando também a discussão sobre a apresentação da curva S ampliada para uma análise global sobre a tecnologia de blockchain, caso ela fosse inserida no modelo, seria factível afirmar que ela se encontra em um ponto 2 da curva. Trata-se de uma tecnologia que ainda está em processo de evolução e com potencialidades ainda não descobertas, principalmente por se tratar de uma tecnologia de propósito geral, não se pode afirmar até onde ela irá e não irá. Existem organizações que estão avançando no processo de adoção, todavia, também não é possível afirmar que elas estão em um nível pleno de maturidade de adoção quanto de desenvolvimento, caso da Holanda e de outros países (BATUBARA *et al.*, 2018; HOLOTIUK; MOORMANN, 2018; CLOHESSY; ACTON, 2019; KAMBLE *et al.*, 2021).

2.4.2 Desafios organizacionais

Assim como qualquer tecnologia nova, a blockchain possui alguns desafios relacionados à sua adoção organizacional. Há escassez de estudos acadêmicos que analisam casos práticos de aplicação da tecnologia em setores diferentes do financeiro, o que representa um dos principais desafios para a adoção generalizada da tecnologia. Além disso, é necessário elaborar estudos que não sejam também restritos às áreas de conhecimento específicas da TI (BECK; MÜLLER-BLOCH, 2017; BATUBARA *et al.*, 2018; HOLOTIUK; MOORMANN, 2018; CLOHESSY; ACTON, 2019; KAMBLE *et al.*, 2021). A pulverização do conhecimento nas diversas áreas é uma das chaves para a aceleração da adoção organizacional, já que muitos gestores do nível estratégico não possuem conhecimento para sobre a blockchain (HOLOTIUK; MOORMANN, 2018). Logo, há uma grande dificuldade relacionada à ausência de conhecimento por parte da alta gestão sobre a blockchain.

A falta de legislação e de regulamentação das aplicações de blockchain é um desafio que irá variar de acordo com a localização da organização. Alguns países têm elaborado leis que favorecem a inovação e a adoção de blockchain, enquanto outros permanecem em um ambiente regulatório inseguro pela ausência de legislação (BATUBARA *et al.*, 2018). Consequentemente, tem-se um ambiente incerto para o amadurecimento de aplicações de blockchain.

Por fim, um desafio inerente à blockchain é a governança. Há um desafio no estabelecimento de governança para a lógica de blockchain. A tecnologia tem como característica a descentralização e o compartilhamento entre diversos atores, intra ou extraorganizacional, o que, em algumas organizações, por questões culturais, pode-se tornar um problema e até um conflito (BATUBARA *et al.*, 2018; HOLOTIUK; MOORMANN, 2018; CLOHESSY; ACTON, 2019; KAMBLE *et al.*, 2021). A definição de um modelo de governança pode ser uma barreira inclusive para o compartilhamento, principalmente de gestores que ainda tem dúvidas sobre a tecnologia (BATUBARA *et al.*, 2018; HOLOTIUK; MOORMANN, 2018).

Logo, há de se atentar para tais desafios durante o processo de adoção organizacional, sabendo que eles podem atrasar, prejudicar ou colocar em risco a adoção organizacional. Como a mudança organizacional é única para cada organização, não é possível apresentar sugestões profundas para superação de tais desafios. Todavia, a utilização do modelo do processo de adoção organizacional pode

ser uma das formas de identificar a situação individual de cada uma e auxiliar os gestores na tomada de decisão.

O processo de adoção tecnológica descreve um caminho complexo que a organização deve percorrer para implementar uma nova tecnologia. Um dos pontos importantes a serem destacados durante essa jornada é o papel do líder na condução de todo o projeto e equipe envolvida. Um dos fatores amplamente discutido pela literatura clássica é o papel da liderança na condução do processo de mudança organizacional (BRESSAN, 2004; SANTOS, 2014; POLICARPO; BORGES, 2016; CLOHESSY; ACTON, 2019). A mudança deve ser conduzida por uma liderança que seja capaz de manter uma comunicação efetiva entre os diferentes níveis, reduzindo os patamares de ansiedade entre as equipes e, se necessário, coordenar, também, uma mudança de cultura na organização (BRESSAN, 2004).

Liderança pode ser entendida como a influência multidirecional, atuando tanto com a alta administração como com os níveis táticos e operacionais, e que tem como objetivo a implementação e institucionalização da mudança pretendida (SANTOS, 2014; POLICARPO; BORGES, 2016). Logo, pode-se inferir que, para além de ter um cargo reconhecido institucionalmente como de liderança, é preciso exercê-la durante o processo. O exercício da liderança é um ponto fundamental no alcance dos resultados pretendidos, tendo como característica a comunicação efetiva, a comunicação da visão de futuro para os envolvidos e o acompanhamento das reações dos funcionários durante o processo de atualização. (SANTOS, 2014; POLICARPO; BORGES, 2016). O alinhamento entre a liderança e a alta administração é um dos fatores importantes para a institucionalização da mudança, contudo, é sempre importante considerar a aceitação do processo pelas pessoas que estão passando pela mudança de arranjos, tarefas e costumes (SANTOS, 2014; POLICARPO; BORGES, 2016).

O suporte da alta administração é um dos fatores cruciais para a adoção da blockchain. Clohessy *et al.* (2020) destacam que ter esse fator favorável à blockchain é determinante por causa das mudanças necessárias que deverão ser feitas na organização, por exemplo, modificação de processos transacionais e informacionais, alto grau de complexidade tecnológica, padronização de recursos e rede, alocação de recursos para infraestrutura e capacitação. O suporte da alta administração é importante para que a adoção avance para a fase de incubação, contudo, a adoção

somente se consolidará a partir da validação de protótipos que demonstram a real viabilidade do projeto, bem como seus possíveis ganhos (CLOHESSY et al., 2020).

Por se tratar de uma tecnologia complexa e que pode não ser totalmente compreendida pela alta gestão, apresentar resultados palpáveis por meio de protótipos que reforçam a probabilidade de retorno sobre o investimento é uma das formas de efetivar o apoio da alta administração e avançar para as fases seguintes (CLOHESSY; ACTON, 2019). Além disso, Holotiuk; Moormann (2018) destacam que nem sempre a alta administração possui conhecimento sobre blockchain, sendo um ponto crítico no processo de adoção, logo, é necessário compartilhar conhecimentos com esse nível estratégico a fim de mantê-lo informado e seguro das decisões tomadas.

Além da importância da liderança na condução desse processo e alinhamento com a alta administração, existem outros fatores que também são relevantes para a adoção tecnológica. A adoção da blockchain vai ao encontro do que é posto pela literatura clássica sobre adoção organizacional. O tamanho organizacional, prontidão organizacional e o apoio da alta administração se mostraram fundamentais na adoção de tal tecnologia. As organizações maiores tendem a adotar a tecnologia de blockchain e a investirem mais em atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D). Contudo, ainda é necessário aprofundar as pesquisas para entender de forma mais adequada a relação entre tamanho da organização e adoção de blockchain (CLOHESSY, ACTON 2019).

No tocante à prontidão organização, Clohessy et al. (2020) colocam que não há uma quantidade significativa de estudos para aprofundar a relação entre adoção de blockchain e prontidão organizacional, contudo, Clohessy e Acton (2019) relatam que há uma relação positiva entre esses fatores. A prontidão organizacional para a blockchain orbita em torno de dois fatores preponderantes para a adoção, sendo eles: base tecnológica e base de negócios. A base tecnológica é fundamental para a incorporação da blockchain, já que essa pode ser considerada com o alicerce da construção de uma solução em blockchain. A base de negócios se relaciona com a maleabilidade do design organizacional e seus arranjos, procedimentos, mercado, finanças e regulamentação (CLOHESSY et al., 2020). Além disso, Clohessy e Acton (2019) identificaram que disponibilidade e acesso à plataformas de desenvolvimento em nuvem são fatores que favorecem a adoção de blockchain pela organização.

Clohessy e Acton (2019) ressaltam que as organizações menores utilizaram plataformas e ferramentas de blockchain baseadas em nuvem para superar possíveis restrições e baixos níveis iniciais de prontidão tecnológica. O que não torna falsa a afirmação de que organizações maiores tem mais facilidade na aplicação de blockchain, mas destaca ações criativas para contornar problemas iniciais na adoção tecnológica.

Portanto, a adoção da blockchain é processo complexo que permeia a capacidade de gestão do processo quanto de desenvolvimento da tecnologia, além da resolução e/ou adaptação do planejamento por conta de imprevistos externos à organização. Posto isso, compreender a relação entre tantas dimensões é um ponto central para avanços na adoção da tecnologia e na consolidação de conhecimentos sobre o processo.

2.4.3 Modelo conceitual de adoção tecnológica

Damanpour e Schneider (2006) fazem críticas à incoerência de tratar teoricamente a adoção da inovação como um evento multifásico, mas apresentá-la em estudos como um evento dicotômico em estudos empíricos. Segundo os autores, a adoção da inovação acaba sendo tratada como eventos múltiplos, mas é registrada como evento único. Os autores também destacam a característica multidimensional da adoção da inovação, sendo influenciada por diversos fatores ambientais e contextuais, e que não se pode focar a explicação da adoção apenas nos fatores organizacionais porque eles não são capazes explicar o contexto maior.

A discussão sobre mudança organizacional relacionada à adoção da blockchain deve ser vista de forma multidimensional. Isolar algum desses fenômenos é reduzir a simplicidade um processo tão complexo de uma tecnologia que não é possível de ser enquadrada. Drummond *et al.* (2017) apresentam argumentos que sustentam esse entendimento, sendo que aqueles destacam que as mudanças podem causar efeitos indiretos em aspectos como estrutura, cultura, estratégia, meio ambiente, valor, política e tecnologia. Holotiuk e Moormann (2018) corroboram com essa discussão quanto à questão de ter um viés unicamente tecnológico, não observando os efeitos que a inovação digital terá sobre as pessoas e as organizações em si.

Portanto, a fim de ampliar a visão sobre a adoção organizacional e compreender o processo como multidimensional e multifásico, recorreu-se às literaturas sobre adoção organizacional que levaram em consideração fatores mais amplos e que buscaram uma visão holística do processo.

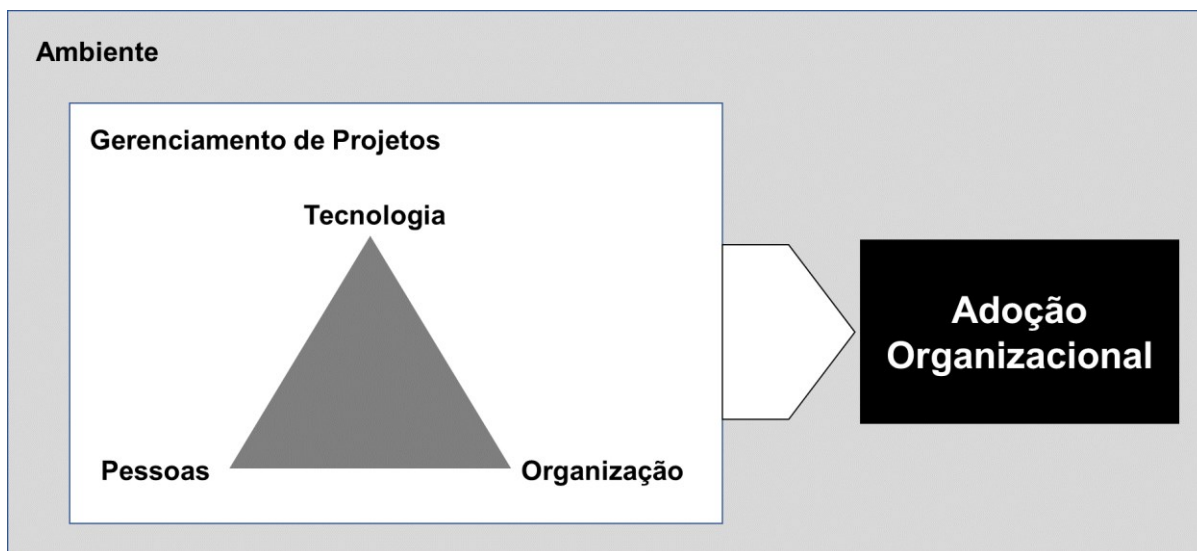
Em seu estudo sobre adoção da tecnologia de blockchain, Holotiuk e Moormann (2018) corroboram com a visão de Damanpour e Schneider (2006), e se afastam da análise exclusiva de fatores de sucesso, como, por exemplo, customização de *software*, suporte à alta administração e treinamento de pessoas. Segundo os autores, o objetivo é compreender a relação entre as múltiplas dimensões da adoção e as interações de seus fatores. Dessa forma, eles recorrem a uma combinação de modelos a fim de criarem a própria lente para observar o processo de adoção organizacional de tecnologia, tendo como seu primeiro objeto de estudo a análise da adoção organizacional de blockchain. Como ponto de partida, eles utilizaram os modelos *Technology-Organization-Environment* (TOE) e *Technology Acceptance Model* (TAM) para criarem outra proposta de modelo capaz de analisar a adoção tecnológica.

O modelo *Technology-Organization-Environment* (TOE) é reconhecido como um dos modelos mais robustos para analisar a adoção tecnológica (BATUBARA *et al.*, 2018; KAMBLE *et al.*, 2021). De acordo com Clohessy e Acton (2019), esse modelo tem por objetivo analisar a influência das visões tecnológicas, organizacionais e ambientais capazes de influenciar a adoção. Já o modelo *Technology Acceptance Model* (TAM) é um modelo que busca compreender como os usuários aceitam a nova tecnologia focada em sistemas. Inclusive, Kamble *et al.* (2021) argumenta que o modelo TOE é um modelo mais completo que o TAM.

Holotiuk e Moormann (2018) apresentam o modelo estruturado em quatro dimensões, sendo elas: tecnologia, organização, pessoas e gerenciamento de projetos. O objetivo dos criadores é analisar como elas irão se relacionar entre si e os desdobramentos delas quanto ao fomento à adoção organizacional de tecnologia. Os autores também adicionaram o fator ambiente como sendo uma dimensão que engloba todas as demais, inclusive podendo influenciar o resultado do processo de adoção tecnológica. O modelo conceitual de adoção organizacional de tecnologia de Holotiuk e Moormann (2018) mantém o foco de análise no nível da organização, já que busca compreender como as dimensões em questão irão influenciar a adoção no âmbito da organização como um todo, não entrando no mérito dos fatores individuais.

A Figura 10 apresenta o modelo de Holotiuk e Moormann (2018) e as relações entre as dimensões a serem analisadas.

Figura 10 – Modelo conceitual de adoção organizacional



Fonte: Holotiuk e Moormann (2018, p. 6, tradução nossa)

A proposição desse modelo é significativa para a discussão sobre adoção de blockchain pelas organizações, sendo esse tema ainda pouco explorado pela literatura clássica (HOLOTIUK; MOORMANN, 2018; CLOHESSY; ACTON, 2019). Principalmente, pela sua sobreposição de modelos de adoção tecnológica, buscando agregar as principais propostas de valor do modelo TAM e TOE. Esse modelo também se faz relevante à discussão vista a complexidade de arranjos necessários para uma efetiva adoção da blockchain.

Nesse modelo, a tecnologia representa a própria tecnologia de blockchain e os fatores tecnológicos que a orbitam. A blockchain ainda é uma tecnologia que está em processo de amadurecimento em diversos aspectos, como com relação aos novos métodos de consenso à formatação da rede. Esse ponto de análise também leva em consideração as decisões que deverão ser tomadas do ponto de vista tecnológico para acomodação da blockchain e os ajustes necessários a serem feitos a fim de retirar o máximo de ganhos de eficiência da tecnologia. Tal dimensão considera a complexidade dos ajustes tecnológicos impostos ao processo de adoção.

Devido ao cenário com diversas plataformas disponibilizadas, compreender qual tratará maior vantagem para a organização também é um desafio. A variedade de plataformas coloca a organização em uma situação de maior vulnerabilidade do

que certeza quanto às suas escolhas. A necessidade de estudos e casos bem-sucedidos em setores diferentes dos financeiros é justificada como forma de auxiliar a produção de conhecimento e pulverização da tecnologia em diferentes setores. Portanto, essa dimensão tem como objetivo identificar a relação da organização com a blockchain tecnologia, e não a blockchain conceito (HOLOTIUK; MOORMANN, 2018).

A dimensão organização tem por objetivo analisar como as mudanças e composição de equipes que devem ser feitas para concretizar a adoção da tecnologia. Conforme Holotiuk e Moormann (2018), a organização, ao decidir realizar uma adoção tecnológica, precisa reorganizar seus processos, procedimentos, arranjos estruturais, equipes e, quando necessário, até a área de negócios.

A dimensão organizacional deste trabalho retira o foco do usuário da tecnologia para centrar na organização, já que o objetivo é entender a adoção a partir da análise organizacional e não individual como o fazem outros modelos (TOE e TAM). Além disso, a tecnologia de blockchain não deve ser uma exclusividade do setor de TI já que é uma de suas características básicas é a interação de diferentes redes. Portanto, seria até um contrassenso isolar a blockchain em um determinado setor, sendo tal incoerência destacado por Holotiuk e Moormann (2018). As organizações devem equilibrar as equipes que irão trabalhar com a adoção da blockchain, envolvendo diversas áreas, inclusive a de negócios, em busca de melhores resultados na adoção.

De acordo com os achados de Holotiuk e Moormann (2018), a criação de equipes multidisciplinares se mostrou um fator relevante para adoção tecnológica. As recomendações são de equipes compostas por membros da área de TI, de negócios, recursos humanos, direito, dentre outras que julgarem necessárias para alcançar o melhor resultado, garantindo assim a adoção de fato da tecnologia. O compartilhamento de conhecimento entre as áreas é um dos fatores que aumenta a chance de sucesso da adoção da blockchain (HOLOTIUK; MOORMANN, 2018).

Por fim, a dimensão pessoas completa o tripé básico de análise. Organizações são feitas de pessoas que, quando bem qualificadas, tendem a melhorar os resultados da organização. Em sua pesquisa sobre adoção organizacional de blockchain, Holotiuk e Moormann (2018) apontam a importância de ter pessoas na equipe que conheçam do negócio, mas que sejam qualificadas para trabalhar com blockchain, o que ele chama de arquiteto de negócios habilitado para

blockchain. Trata-se de qualificar pessoas de diversas áreas em torno do negócio de forma a familiarizá-las com a tecnologia de blockchain ao ponto de facilitar a sua implementação. Essas pessoas passam então a conhecer mais da tecnologia em questão e se apropriam dela como ferramenta capaz de promover melhoria do desempenho organizacional.

Portanto, a dimensão pessoas tem por objetivo analisar como se dá a qualificação dos colaboradores da organização para a adoção da nova tecnologia. Essa dimensão é responsável por analisar como estão sendo preparadas as pessoas que irão conduzir a adoção da tecnologia, o quão qualificadas elas estarão para contribuir com o processo. Além disso, deve ser considerada nessa dimensão a transferência de conhecimento e habilidades de organizações externas, parceiras ou não do projeto. Por se tratar de uma tecnologia ainda em desenvolvimento e amadurecimento, o compartilhamento de informações é uma forma de acelerar a adoção e o desenvolvimento da tecnologia em si. Esse processo que se assemelha com o de inovação aberta.

Conforme Beck e Müller-Bloch (2017), na medida em que as organizações desenvolvem inovações radicais, é necessário ampliar as fronteiras da organização quanto ao conhecimento e buscá-lo em parceiros externos, mercado e em diferentes experiências que possam contribuir para o desenvolvimento das capacidades da organização. Para Damanpour e Schneider (2006), a capacidade de troca com organizações externas é um fator essencial para a inovação.

A dimensão de gestão de projetos engloba as outras três dimensões exatamente pela capacidade de gerenciá-las, portanto, a capacidade de gerenciamento deve ser analisada como um fator que influencia nas outras três dimensões. Essa dimensão, de acordo com Holotiuik e Moormann (2018), tem o papel de alinhar as demais dimensões a fim de dar consistência no processo de adoção organizacional da blockchain. Dessa forma, essa dimensão leva em consideração o papel que o gestor de projetos assume durante o processo de adoção organizacional da blockchain.

A gestão de projetos tem como missão equilibrar as outras áreas de forma que haja interação entre as três outras dimensões, além de gerenciar as expectativas entre os diferentes níveis hierárquicos da organização, sendo um ponto de conexão entre o nível estratégico e o nível técnico e de dissolução de atritos. Os obstáculos devem ser identificados e contornados por meio de ações orientadas. A gestão deve

se atentar à distribuição de tarefas e responsabilidades, sendo fator agregador entre as diferentes áreas e o catalisador de boas ideias. A capacidade de identificar as boas ideias, equilibrar as outras dimensões, comunicar a visão estratégica para os níveis mais baixos, a visão de futuro e de valor aos níveis mais altos é o que faz dessa dimensão uma ponto estratégico. Além disso, essa dimensão está, ou deveria, sob o controle da organização, diferente da dimensão ambiental, a qual não é possível gerenciar, apenas se adaptar.

A dimensão ambiente é uma das menos exploradas por Holotiuk e Moormann (2018). Contudo, eles destacam sua imprevisibilidade, seja pela evolução da tecnologia, pelas questões de regulação impostas ou até mesmo pelos movimentos dos mercados. Os autores ponderam que tecnologia pode começar a seguir determinada linha de evolução e ter grande influência sobre um processo de adoção que estava em curso, ou até mesmo um consolidado que precise se atualizar. A regulamentação não é algo previsível, ela pode ser fomentada e articulada a fim de alcançar a segurança jurídica, contudo, nem sempre se pode controlar o resultado, ou seja, pode ser que nem todas as demandas sejam atendidas ou esclarecidas, provocando ainda mais mudanças no cenários ou causando ainda mais incertezas. Do ponto de vista do mercado, um exemplo seria o alinhamento entre empresas para fomentar o desenvolvimento e adoção de blockchain, o que promoveria um aumento de casos de práticos.

Batubara *et al.* (2018) colocam que para a adoção organizacional no contexto de ambiente, as leis e apoio regulatório são fatores de grande relevância. Na visão dos autores, essa afirmação se justifica pela segurança dada tanto para quem está absorvendo essa tecnologia, como para quem irá utilizá-la na ponta, já que a legislação tende a descrever direitos e obrigações para as partes. De toda forma, o impacto da legislação sobre a adoção tecnológica não pode ser previsto, podendo impactar positivamente ou negativamente sobre a tecnologia (CLOHESSY *et al.*, 2020).

Em suma, mudanças provocadas pelo ambiente reforçam o entendimento de que o processo de adoção tecnológica é contínuo, extenso e pode levar anos para se materializar, demandando ações da gestão do projeto para contornar as contingências, garantindo a efetivação do processo (HOLOTIUK; MOORMANN, 2018; STOUTEN *et al.*, 2018). O processo de adoção organizacional tecnológico é multidimensional e complexo, o que dificulta a elaboração de modelos preditivos. Essa

afirmação corrobora com a perspectiva de Garud *et al.* (2017) quanto à dificuldade de estabelecer um roteiro para o desenvolvimento de uma inovação, ou, no caso, a adoção de tecnologia.

Assim sendo, estudar como as dimensões tecnologia, organização, pessoas e gestão de projetos se relacionam é um passo relevante para a compreensão da adoção tecnológica para o contexto mineiro. Neste caso, o estudo irá se aprofundar na análise do processo de adoção tecnológica de blockchain, a partir do modelo da Figura 10, realizado pelo Governo de Minas Gerais no âmbito da gestão da cadeia do carvão vegetal no estado, tomando como base a experiência do governo holandês na adoção e aplicação de blockchain. Por se tratar de contextos organizacionais, políticos e culturais diferentes, a dimensão ambiente se mostra pouco relevante para a comparação entre Minas Gerais e Holanda, assim sendo, ela não foi considerada para a análise central deste trabalho.

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa tem por objetivo central é identificar como o Estado de Minas Gerais pode superar os atuais desafios apontados pelos gestores públicos na adoção de blockchain como tecnologia para aprimorar a gestão da cadeia de carvão, a fim de melhorar o desempenho organizacional a partir da experiência do governo holandês com a *Dutch Blockchain Coaliton* (DBC). Prontamente, segue a caracterização da pesquisa e como se deu sua construção metodológica.

3.1 Caracterização da Pesquisa

Conforme apontado por Yin (2001), uma das estratégias para realizar pesquisas na administração pública é o estudo de caso. Esta é uma pesquisa de abordagem descritiva que tem como estratégia o uso de estudo de caso único para compreender como o governo mineiro pode adotar a blockchain como tecnologia para melhorar a gestão da cadeia de carvão a partir da experiência do governo holandês, por meio da *Dutch Blockchain Coaliton* (DBC) para melhorar o desempenho dos serviços públicos relacionados à cadeia do carvão vegetal no estado.

Para isso, foi selecionado o Instituto Estadual de Florestas (IEF) do estado de Minas Gerais e a gestão da cadeia de carvão vegetal mineira como objeto de estudo. O foco é analisar como a blockchain poderia contribuir para a melhoria do desempenho da gestão dessa cadeia no que compete ao Estado. Dessa forma, o trabalho mantém o foco na área central que é responsável por realizar esse trabalho, sendo ela, sediada na Cidade Administrativa de Minas Gerais, na cidade de Belo Horizonte.

De acordo com Creswell (2007), uma investigação qualitativa demanda uma série de procedimentos para que seja possível fazer uma análise o mais completa possível. Dessa forma, para este trabalho foram utilizados os procedimentos de estudo de caso único utilizando entrevistas para a coleta dos dados combinado com a pesquisa documental (BORGES *et al.*, 2020).

3.2 Caso e Participantes

Os casos que compõe a pesquisa foram escolhidos de forma intencional. A escolha desses teve como critério de seleção as experiências públicas que demonstraram maturidade na aplicação da tecnologia de blockchain. Foram identificadas recorrências de citações aos casos desenvolvidos por alguns países como Dubai, Estônia e Holanda (ALCANTARA et al., 2019).

Além disso, considerou-se países que compartilham informações sobre suas ações que estão relacionadas à blockchain. Atentou-se também para países que apostam na tecnologia como uma vantagem competitiva no cenário econômico mundial ou como uma ferramenta de melhorar o desempenho na prestação de serviços públicos, visto que o objetivo é compreender como está sendo o processo de uso da tecnologia pelo Estado.

Dentre os países que poderiam ser relevantes para este trabalho, foi escolhido a Holanda. A escolha é justificada pela quantidade e qualidade dos materiais divulgados pela sua iniciativa de blockchain que é vinculada ao governo, *Dutch Blockchain Coalition*.

No Governo de Minas Gerais, devido ao foco da pesquisa passar pela aplicação prática da tecnologia no estado, foram selecionados os principais atores que trabalham na gestão da cadeia de carvão vegetal, tanto na parte técnica específica quanto na parte técnica de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC). Além disso, foram entrevistados: o responsável pela governança da informação no Estado e os dois principais especialistas em *blockchain* da empresa pública mineira de tecnologia.

O entrevistado 1 é responsável pela área técnica que cuida da gestão da cadeia do carvão vegetal em Minas Gerais. Ele é responsável por coordenar a equipe que emite as declarações para transformação de madeira em carvão e o transporte do carvão vegetal finalizado. O servidor já trabalhou em unidades regionais e possui considerável experiência na área que atua hoje como gestor.

O entrevistado 2 é responsável por toda governança de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Sisema), sistema que é composto pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF), que tem por competência legal a gestão da cadeia de carvão vegetal. Ele é responsável pela gestão dos sistemas atuais, desenvolvimento e integração de novos,

inclusive o atual sistema no qual as informações referentes à cadeia do carvão são registradas.

Entrevistado 3 é responsável por toda a governança de TIC do governo, sendo também responsável pela estratégia de TIC que será utilizada no Estado. O profissional tem um papel estratégico para a pesquisa exatamente pelo lugar de destaque que ocupa no governo, de onde consegue observar outras oportunidades e desafios para a aplicação de blockchain. O entrevistado também indicou mais dois atores da empresa pública responsável pela prestação de serviços em tecnologia da informação para os órgãos do Estado, e que tem a competência de apoiar na modernização do setor público.

Os entrevistados 4 e 5 pertencem à Companhia de Tecnologia da Informação do Estado de Minas Gerais (Prodemge) e hoje atuam na frente de inovação com uso de tecnologia blockchain. O entrevistado 4 é assessor de inovação na empresa e gerencia a equipe integrada responsável por desenvolver os sistemas que serão aplicados no governo e que são em blockchain. O entrevistado 5 faz parte de uma das equipes que estuda e trabalha na construção de soluções em blockchain para as secretarias de Estado. Esse foi citado pelo entrevistado 3 como um dos servidores públicos do governo que mais compreende a tecnologia de blockchain e está a parte das possibilidades para Minas Gerais.

O entrevistado 6 é responsável pela estratégia internacional da Dutch Blockchain Coalition e da National AI Coalition, ambas as coalizões são desenvolvidas em parceria pelo governo, indústria e instituições de conhecimento. Sendo esse entrevistado também fundador do programa Blockchain e Inovação AI para o governo holandês. O objetivo destes programas é iniciar experimentos para aprender com grupos maiores de organizações sobre as possibilidades de aplicação da tecnologia. Atua como membro do Conselho Consultivo do The Blockchain the Society Board da Universidade de Amsterdam (VU).

Segue a Quadro 3 de apresentação dos entrevistados por área de atuação.

Quadro 3 – Apresentação dos entrevistados por área de atuação

Entrevistado	Posição do entrevistado	Área de atuação
Entrevistado 1	Gerente – área técnica na gestão da cadeia do carvão vegetal	É responsável pela área de gestão técnica do IEF. Acompanha a gestão da cadeia do carvão vegetal em Minas Gerais. Atualmente, é gestor técnico no projeto que tem por objetivo implementar blockchain no governo estadual.
Entrevistado 2	Superintendente – Tecnologia da Informação e Comunicação	Responsável pela área de Tecnologia da Informação e Comunicação no Sisema. Trabalha com a implementação de novas tecnologias e a gestão dos sistemas vigentes.
Entrevistado 3	Subsecretário – Governança Eletrônica	Responsável pela governança eletrônica de todo o governo, além de ser o responsável pela estratégia de Tecnologia da Informação e Comunicação adotada pelo governo mineiro. Possui mais de 15 anos de experiência na área de governo digital.
Entrevistado 4	Assessor – inovação e tecnologias	Responsável pela área de inovação da Prodemge, pesquisa e articulação com todos os atores envolvidos nos projetos e pela definição estratégica a ser tomada quanto a prospecção de novas tecnologias. Possui experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Metodologia e Técnicas da Computação.
Entrevistado 5	Técnico – inovações e tecnologias	Responsável pelo desenvolvimento técnico dos projetos de blockchain na Prodemge. É arquiteto de softwares na Prodemge atuando em projetos corporativos desde 2004.
Entrevistado 6	Gestor – inovação e blockchain	Responsável pela estratégia internacional da Dutch Blockchain Coalition e da National AI Coalition. Ambas as coalizões são desenvolvidas em parceria pelo governo, indústria e instituições de conhecimento. Atua no governo holandês coordenando os esforços de adoção e desenvolvimento de tecnologias.

Fonte: Dados da pesquisa

3.3 Coleta de Dados

A pesquisa documental foi realizada junto aos sites oficiais das instituições e materiais disponibilizados na internet por organizações internacionais ou consultorias com notório saber reconhecido. Esse procedimento foi criado com o objetivo de complementar a discussão a respeito dos casos locais e identificar, para além das entrevistas, informações pertinentes ao processo de pesquisa.

A escolha do estudo de caso teve por objetivo, baseado em Borges *et al.* (2020), ampliar a base de informação para conseqüentemente obter mais insumos para a discussão. É justificada por se tratar de um fenômeno contemporâneo que apresenta particularidades nos diferentes governos estudados.

Segundo Yin (2001), as entrevistas são uma rica fonte de informações para estudos de caso. A entrevista como procedimento se faz importante para trazer luz sobre pontos que não podem ser desvendados apenas por meio da documentação disponibilizada.

Os entrevistados foram escolhidos a partir da relevância para o alcance dos objetivos deste trabalho. Os entrevistados que trabalham no Governo de Minas Gerais foram escolhidos a partir da posição hierárquica e da competência legal quanto: 1- à gestão da cadeia do carvão vegetal em Minas Gerais; 2- à gestão de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC); 3- à governança sobre os sistemas utilizados pelo Estado, competências; 4- ao desenvolvimento, implementação e gestão de novas tecnologias no governo. Esses entrevistados foram acionados por e-mail e contatos de telefone, sendo que alguns foram indicados por outros entrevistados.

O entrevistado internacional foi acionado a partir dos contatos via rede social LinkedIn e e-mail. Foram encaminhados e-mails convidando o representante holandês para uma entrevista sobre o desenvolvimento e aplicação de blockchain. Foi escolhido alguém que pudesse falar pela iniciativa e que tivesse conhecimento sobre a sua implementação e funcionamento.

As entrevistas foram divididas em duas fases. A primeira foi realizada com os servidores do estado de Minas Gerais e a segunda com representantes dos casos internacionais. As entrevistas tiveram como objetivo investigar a situação da gestão da cadeia do carvão a partir da percepção dos entrevistados e identificar quais pontos seriam os mais relevantes para utilização de *blockchain*. Essa identificação teve por finalidade subsidiar o questionário elaborado para o caso internacional.

As entrevistas com os gestores mineiros procederam de forma semiestruturada. Todavia, foram elaborados diferentes roteiros de entrevistas e esses aplicados aos entrevistados de acordo com o contexto profissional no qual cada um está inserido. Foram quatro blocos de perguntas conforme disponibilizadas no Apêndice A: bloco A, bloco B, bloco C, bloco D.

As perguntas do bloco A foram elaboradas com o objetivo de levantar informações sobre a parte técnica da gestão da cadeia do carvão vegetal. Já as perguntas do bloco B, tiveram como objetivo identificar em que medida possíveis benefícios alcançados pelo uso de blockchain poderiam ser soluções aderentes aos problemas vividos pela área técnica da gestão da cadeia do carvão. Todavia, para evitar a indução de respostas, optou-se por não evidenciar, nas perguntas, que os benefícios referidos poderiam ser alcançados apenas pela blockchain. Dessa maneira, foi mantido o foco das perguntas do bloco B nos benefícios e não na solução tecnológica. O bloco C foi destinado a compreender como é o ambiente de TIC, especificamente na Semad e Sisema, e, o bloco D, o ambiente de TIC do governo como um todo.

A distribuição dos entrevistados ficou da seguinte maneira, conforme Quadro 4.

Quadro 4 – Bloco de perguntas

Bloco de perguntas	Identificação do entrevistado
Bloco A	Entrevistado 1
Bloco B	Entrevistados 1 e 2
Bloco C	Entrevistado 2
Bloco D	Entrevistados 3, 4 e 5

Fonte: Elaboração própria

Devido às contingências impostas pela pandemia provocada pela Covid-19, todas as entrevistas nacionais foram realizadas de modo remoto. As reuniões com os entrevistados do Governo de Minas Gerais foram realizadas entre os dias 18 de novembro de 2020 e 22 de dezembro de 2020 com uma duração média de 40 minutos. As entrevistas internacionais também aconteceram por meio de vídeo chamadas que foram gravadas na segunda quinzena de janeiro de 2021.

Como o objetivo do trabalho é compreender como Minas Gerais pode aprender com os casos internacionais, entendeu-se ser mais proveitoso iniciar os estudos pelo governo estadual, a fim de entender quais seriam os principais desafios

e, posteriormente, realizar as entrevistas com os atores internacionais com as dúvidas já traçadas.

Optou-se por elaborar o questionário do entrevistado internacional somente após consolidar a análise de dados dos entrevistados mineiros. Compreender os principais gargalos vivenciados pelos servidores de Minas Gerais auxiliou a elaboração das perguntas a serem feitas para o entrevistado holandês, representante da DBC.

Foi elaborado um roteiro de entrevista único para o caso internacional escrito em inglês, mantendo as características de uma entrevista semiestruturada. O questionário em inglês e com a devida tradução das perguntas segue no Apêndice B.

As perguntas feitas ao entrevistado internacional foram divididas em quatro grupos de análises, contendo duas perguntas principais cada grupo, sendo eles respectivamente: tecnologia, organização, pessoas e gestão de projetos. A entrevista foi realizada no dia 11 de fevereiro de 2021 às 10h no horário de Brasília. Participaram dessa entrevista o autor deste trabalho e a sua orientadora, sendo toda a entrevista conduzida em inglês e devidamente traduzida e transcrita.

3.4 Categorias de Análise

Foi necessária a criação de duas categorias, pois os objetivos de ambas são diferentes, por mais que os resultados sejam complementares para a análise global, foi preciso utilizar duas abordagens diferentes.

A primeira categoria de análise busca analisar a aderência da blockchain ao contexto da gestão do carvão, analisando se as propriedades da blockchain de fato são relevantes para os problemas enfrentados. A partir da revisão bibliográfica foram selecionadas as propriedades da blockchain para a construção das categorias de análise das propriedades da blockchain, conforme Quadro 5. As categorias de análise seguirão o conceito posto por Brasil (2020, p.18).

A segunda categoria se valeu do modelo conceitual de adoção organizacional de Holotiuk e Moormann (2018), conforme figura 10. Foram levadas em consideração as dimensões de tecnologia, pessoas e organização. A dimensão ambiente não foi utilizada devido às especificidades que existem entre os diferentes países. Comparar o contexto holandês com o mineiro demandaria uma série de ajustes que foram

considerados indiferentes para o alcance do objetivo deste trabalho. Desta forma, tal dimensão não foi analisada.

Quadro 5 – Categorias de análise propriedades da blockchain

Categorias	Conceito
Transparência, auditabilidade e rastreabilidade	Capacidade de dar transparência aos dados de forma a serem auditados e acompanhar o histórico de transações, garantindo assim a capacidade de rastreamento das informações.
Integração de informações dentro e fora dos limites da administração pública (distribuído e descentralizado)	Capacidade de integração de bases de dados, permitindo o uso compartilhado entre diversas organizações.
Automação de transações e processos	Refere-se à capacidade da rede realizar operações, verificações, transações ou qualquer outra atividade automatizada sem a necessidade de um intermediário central ou a intervenção humana.
Integridade das informações, confiabilidade (imutabilidade e integridade)	Essa categoria está relacionada à confiabilidade das informações disponíveis na rede devido às características de imutabilidade das informações inseridas na blockchain. Sendo essa característica baseada na incapacidade de qualquer usuário da rede realizar uma alteração fraudulenta e não ser descoberto e a fraude eliminada da rede. Logo, há uma garantia que toda informação que estão na blockchain está íntegra sem adulteração alguma.
Autenticação das transações (irrefutabilidade)	Refere-se à capacidade do sistema em garantir segurança na assinaturas eletrônicas. Devido ao uso de um método que utiliza a chave privada do seu par de chaves e funções de <i>hash</i> , um usuário é capaz de realizar assinaturas digitais sobre as transações, servindo como uma prova inegável de que é o emissor de determinada mensagem (não repúdio).
Disponibilidade	Está relacionada à capacidade da rede sempre se manter operante, mesmo se algum nó ficar <i>offline</i> . A rede sempre se mantém acessível aos seus usuários.

Fonte: Adaptado de Brasil (2020, p.18)

Para analisar o processo de adoção tecnológica a partir das dimensões de Holotiuk e Moormann (2018), considerar-se-á a categoria de análise conforme a relação do Quadro 6 a seguir.

Quadro 6 – Categorias de análise por dimensão

Categorias	Conceito
Tecnologia	Essa categoria de análise leva em consideração as decisões que deverão ser tomadas do ponto de vista tecnológico para acomodação da blockchain e os ajustes necessários a serem feitos a fim de retirar o máximo de ganhos de eficiência da tecnologia. Essa dimensão considera a complexidade dos ajustes tecnológicos impostos ao processo de adoção.
Organização	A categoria organização tem por objetivo analisar como as mudanças de arranjos, processos, procedimentos etc., além da composição de equipes que foram feitos para concretizar a adoção da tecnologia.
Pessoas	Esta categoria tem por objetivo analisar como se dá a qualificação dos colaboradores da organização para a adoção da nova tecnologia. Considera-se também a transferência de conhecimento e habilidades de organizações externas, parceiras ou não do projeto (inovação aberta).
Gestão do projeto	Essa categoria de análise leva em consideração o papel que o gestor de projetos assume durante o processo de adoção organizacional da blockchain

Fonte: Elaboração própria

A categoria de análise descrita no Quadro 6 será utilizada como elo entre as entrevistas realizadas com servidores do Governo de Minas Gerais e com o representante da DBC. A entrevista internacional servirá como resposta ao que pode ser identificado como desafios a serem superados pelos mineiros. O desafios encontrados serão agrupados de acordo com a dimensão que apresentar maior afinidade conceitual. O objetivo dessa análise é apontar como Minas Gerais poderá aprender com as experiências de outro governo que se encontra em um processo de adoção de blockchain mais avançado. Logo, como Minas Gerais poderia melhorar os resultados e, conseqüentemente, a eficiência da gestão da cadeia do carvão vegetal. Portanto, a entrevista internacional será analisada a partir desse “como”, identificando quais foram as ações que adotadas pelos gestores internacionais ao implementar a blockchain que podem ser adaptadas ao contexto mineiro.

A categoria de análise apresentada no Quadro 5 tem por objetivo atender ao objetivo específicos deste trabalho, que é validar se a tecnologia de blockchain pode ser uma ferramenta eficaz para atender as demandas do governo mineiro. Será realizada uma análise de cada uma das propriedades da blockchain, com a fala dos entrevistados de forma a identificar a relação entre a solução blockchain e os problemas vividos pelos gestores. A análise considerará tanto do ponto de vista técnico dos gestores da cadeia do carvão vegetal quanto dos técnicos de TIC e inovação do governo. A análise tem por objetivo compreender se a blockchain tem aderência ao contexto da gestão da cadeia do carvão vegetal e se é capaz de auxiliar na resolução dos problemas que foram abordados pelos gestores. Além disso, é importante avaliar se a tecnologia resulta em vantagens concretas e aumento de desempenho da gestão da cadeia do carvão vegetal.

3.5 Análise de Dados

A análise de dados foi realizada partir dos documentos utilizados como subsídio para a pesquisa em contraponto com as entrevistas realizadas. Dessa forma, houve uma análise mútua entre as informações documentais e as que foram adquiridas pelas entrevistas.

Os documentos foram levantados em uma primeira fase da pesquisa, tanto os documentos referentes à gestão da cadeia do carvão vegetal em Minas Gerais quanto os dos casos internacionais. Os documentos foram reunidos, analisados e selecionados de acordo com sua relevância para a discussão. Os documentos internacionais de casos que já estão avançados e foram selecionados desde que seu conteúdo se relacionasse com o “uso de blockchain no setor público”.

A análise das entrevistas utiliza como técnica a análise de conteúdo. O objetivo é analisar as informações dadas pelos participantes no contexto desta pesquisa, considerando as particularidades da linguagem empregada e os padrões identificados nas entrevistas a fim de responder às perguntas postas por este estudo (BORGES *et al.*, 2020). A análise do conteúdo das entrevistas passa pelo entendimento da gestão da cadeia do carvão com seus procedimentos operacionais específicos, pontos de riscos identificados, percepção de alguns entrevistados para a incorporação de uma nova tecnologia no governo até o conhecimento que cada um possui sobre a gama de possibilidades da blockchain.

As entrevistas dos servidores do Governo de Minas Gerais foram as primeiras a serem analisadas, a fim de extrair os principais gargalos para o uso de *blockchain* pelo Estado. Como colocado anteriormente, as respostas dos entrevistados mineiros foram utilizadas como *input* para a elaboração do roteiro de entrevista internacional. A análise das respostas mineiras serviu como critério norteador das perguntas, no sentido de extrair das entrevistas internacionais o máximo de informação capaz de auxiliar o governo mineiro a consolidar uma posição ou avançar para novas etapas no uso de *blockchain*. Para entender como Minas Gerais pode aprender com as experiências internacionais, foi preciso descobrir primeiro o que Minas Gerais tinha como interesse, criando assim um conteúdo com aplicações práticas e relevantes para ele.

As respostas dos servidores de Minas Gerais foram consolidadas e agrupadas de acordo com a categoria de análise. A partir disso, as proposições internacionais foram consolidadas e conectadas a cada categoria, de modo a serem propostas iniciativas de atuação para o governo mineiro. Essas são medidas que poderiam auxiliar o Governo de Minas Gerais e avançar na aplicação de blockchain no Estado.

4. ANÁLISE DE DADOS

4.1 Carvão Vegetal em Minas Gerais

Minas Gerais é o estado com a maior plantação de eucalipto do Brasil, são aproximadamente 1,4 milhões de hectares plantados (IBA, 2019). Esse número é reflexo de todo um contexto econômico mineiro que passa, principalmente, pela indústria siderúrgica instalada no estado. De acordo com o Instituto de Desenvolvimento Integrado de Minas Gerais (Indi) o estado é o segundo maior produtor de fundidos em aço, ferro, alumínio, bronze e latão do país, com mais de 400 indústrias instaladas (MINAS GERAIS, 2021d). Desse montante, de acordo com Sindfer (2020), 42 correspondem a usinas independentes de ferro-gusa, indústria que utiliza ativamente o carvão vegetal em sua produção.

Conforme apontado pela Indústria Brasileira de Árvores (IBA), Minas Gerais possui uma concentração significativa de empresas que utilizam carvão vegetal em sua produção. A Figura 11 apresenta a distribuição dos principais consumidores de carvão vegetal no Brasil.

Figura 11 – Distribuição de indústrias que utilizam carvão vegetal no Brasil



Fonte: IBA, 2019

Para sustentar um parque industrial desse porte é necessária uma grande quantidade de madeira dedicada à produção de carvão vegetal. Segundo a Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Seapa) em 2019, Minas Gerais produziu 86,8% de todo carvão vegetal produzido no país, correspondendo à 4,2 milhões de toneladas do produto (MINAS GERAIS, 2020a).

A cadeia do carvão vegetal é extensa e com diversos atores envolvidos. O Estado atua nela como o agente certificador e fiscalizador do cumprimento da legislação ambiental. Atualmente, na estrutura de governo as competências a respeito das temáticas ambientais são do Sistema Estadual de Meio Ambiente (Sisema) , composto pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad), Instituto Estadual de Florestas (IEF), Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam) e Fundação Estadual de Meio Ambiente (Feam). O Sisema é coordenado pela Semad e as demais autarquias ficam vinculadas a ela. A estrutura organizacional de área meio do Sisema fica concentrada e sob responsabilidade da Semad, sendo ela responsável por gerenciar as funções de finanças, compras, recursos humanos, comunicação, tecnologia da informação e comunicação (TIC), dentre outras, conforme lei estadual Nº 21.972 de 21 de janeiro de 2016. Segundo o decreto 47.787 de 13 de dezembro de 2019, especificamente sobre a área de TIC, fica a encargo da Semad instituir e coordenar a política de Tecnologia da informação e Comunicação – TIC de todo o Sisema, inclusive com a competência de “pesquisar e difundir soluções tecnológicas alinhadas às ações de governo e ao planejamento estratégico organizacional” conforme art. 48º, inciso V do decreto 47.787/19 (MINAS GERAIS, 2019b, p. 44).

Por conseguinte, fica à cargo do IEF, de acordo com decreto 47.892 de 23 de março de 2020 (MINAS GERAIS, 2020b, p. 16) “planejar, coordenar e disciplinar a execução das atividades relacionadas às intervenções ambientais, às florestas plantadas, à destinação de produtos e subprodutos florestais”. Essa competência é exercida, segundo o decreto, pela Diretoria de Controle, Monitoramento e Geotecnologia. Ela é responsável, conforme artigo 30º, inciso II, por controlar a origem e a destinação dos produtos e subprodutos florestais de espécies nativas e a cadeia do carvão vegetal.

A partir do arcabouço legal ambiental é vasto, passando pela Lei 12.651 de 2012 - Código Florestal Brasileiro -, Lei Estadual 20.922 de 2013 - Código Florestal Mineiro - e Decreto Estadual 47.749 de 2019 - Decreto regulamentador do Código

Florestal Mineiro e as diversas portarias publicadas pelo IEF. Para este trabalho, destacam-se: a resolução conjunta IEF/Semad nº 2.248 de 30 de dezembro de 2014 que Institui a Guia de Controle Ambiental Eletrônica (GCA) como documento obrigatório para o controle do transporte, armazenamento, consumo e uso de produtos e subprodutos florestais, no Estado de Minas Gerais; a Portaria IEF nº 28 de 2020, que institui a Declaração de Colheita de Florestas Plantadas e Produção de Carvão (DCF) no lugar a Declaração de Corte e Colheita (DCC) e permite a abertura de processos por meio do Sistema Eletrônico de Informações (SEI); e a Portaria IEF nº 139 de 18 de dezembro de 2020 que atualiza alguns itens da portaria 28.

O SEI é o sistema utilizado pelo Governo de Minas Gerais e demais estados para a tramitação de documentos. O sistema permite o acesso tanto para servidores públicos quanto para usuários externos ao governo. Por meio dele é possível criar processos, inserir documentos e assiná-los com o devido reconhecimento legal e validade jurídica. Portanto, um documento inserido e assinado no SEI é dado como válido pelo Estado, uma vez que cada usuário possui um acesso individual, por meio de login utilizando o número do Cadastro de Pessoa Física (CPF) e senha pessoal intransferível. A partir da portaria nº 139 de 18 de dezembro de 2020, o SEI se tornou o único meio para realização dos pedidos de Cadastro de Plantio e de DCF.

Fica sob responsabilidade do IEF a arrecadação da Taxa Florestal. Ela não tem o carvão vegetal como única fonte geradora, entretanto, não se pode negar que, devido às proporções apresentadas do volume de carvão produzido, a importância da cadeia do carvão vegetal para a taxa. Conforme resposta do IEF ao questionamento feito pelo pesquisador por meio da Lei de Acesso à Informação, Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011, é possível compreender a composição da Taxa Floresta.

[...] o fato gerador da Taxa Florestal é o exercício regular do poder de polícia pelo Estado, relacionado com as atividades de extração, produção, comercialização, armazenamento, transporte e consumo de produtos e subprodutos florestais. Assim, esclarecemos que não há nenhuma distinção entre as cobranças relacionadas às atividades mencionadas acima [produção de carvão vegetal], sendo que o valor se apresenta de forma global, não havendo possibilidade de discriminar os recolhimentos relativos especificamente à atividade de corte de madeira para produção de carvão dos demais casos. (MINAS GERAIS, 2021a)

A Tabela 1 apresenta os dados das despesa Empenhada do IEF por fonte orçamentária entre 2016 e 2020. De acordo com o Portal da Transparência de Minas Gerais, a Taxa Florestal é uma importante fonte de recursos para o pagamento das

despesas do IEF. Nos últimos 5 anos, a Taxa Florestal financiou 41,09% das despesas do IEF, conforme Tabela 1. De acordo com os dados disponibilizados no portal, a maior parte desse recursos foi destinado para pagamento de pessoal ou encargos relacionados (MINAS GERAIS, 2021b).

Tabela 1 – Despesa Empenhada do IEF por fonte orçamentária (2016 a 2020)

Fontes	2016	2017	2018	2019	2020	Participação no financiamento das despesas durante os 5 anos
Taxa florestal - administração indireta	41,28%	43,25%	40,19%	42,47%	38,65%	41,09%
Utilização de recursos hídricos	9,36%	32,55%	20,46%	20,83%	11,15%	18,76%
Recursos diretamente arrecadados	24,99%	14,78%	14,02%	8,28%	7,86%	13,51%
Recursos diretamente arrecadados com vinculação específica	22,51%	6,73%	17,86%	11,11%	4,91%	12,52%
Taxa de fiscalização de recursos minerários	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	30,76%	6,50%
Taxa de expediente - administração indireta	0,00%	0,00%	2,74%	15,54%	6,42%	5,35%
Convênios com os estados, o distrito federal, os municípios, as instituições privadas e os organismos do exterior	1,03%	1,75%	4,21%	0,67%	0,00%	1,57%
Outros	0,83%	0,93%	0,51%	1,10%	0,25%	0,71%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: Minas Gerais, 2021b, elaboração própria

Os percentuais encontrados demonstram a dependência do IEF quanto à arrecadação da taxa florestal para o financiamento das suas despesas. Essa fonte de recursos é maior do que a soma das fontes Utilização De Recursos Hídricos e Recursos Diretamente Arrecadados, que estão em segundo e terceiro lugar, respectivamente. Já é sabido que a sonegação de impostos em si tem um efeito danoso ao erário, contudo, para o IEF, sonegação da taxa corresponde a um prejuízo direto nas suas fontes de financiamento. Coibir as fraudes fiscais da cadeia do carvão

vegetal é uma das formas de aumentar a arrecadação da Taxa Floresta e, conseqüentemente, mais recursos disponíveis para o IEF.

O Cadastro de Plantio é um importante instrumento de monitoramento de origem da madeira. Ele é pré-requisito para a solicitação de DCF, sendo consultado durante o processo de emissão desta declaração. Deve ser feito um processo para cada imóvel e deve levar em consideração a inscrição desse no Cadastro Ambiental Rural – CAR, no caso de imóveis rurais. Além disso, devem ser declaradas informações detalhadas por talhão, ou por área de plantio no caso de sistema agroflorestal (MINAS GERAIS, 2021c). Ficam isentas do cadastro de plantio as exceções destacadas na portaria 28.

Os plantios florestais têm o prazo máximo de um ano após a sua implantação para apresentar o Cadastro de Plantio, mesmo que o aproveitamento do produto madeireiro ocorra de forma secundária. O acompanhamento do processo é feito via SEI, assim como o comprovante do efetivo cadastro. Cada Unidade Regional de Florestas e Biodiversidade – URFBio, unidade regional do IEF, é responsável pelos processos apresentados pelas áreas que estão sob sua responsabilidade, tanto na análise da documento como pelo ofício que valida o cadastro de plantio.

Em Minas Gerais, todo cidadão ou empresa que desejar realizar a colheita de florestas plantadas, utilizar produtos, subprodutos ou resíduos florestais para a produção de carvão vegetal, tem necessariamente que entrar com um pedido de DCF na URFBio, salvo os casos descritos na legislação vigente como isentos da obrigatoriedade (MINAS GERAIS, 2021c). A DCF foi instituída em 2020 pela portaria 28 e atualizada pela portaria 139, surgindo como uma inovação processual proposta pelo IEF.

Esse instrumento tem a finalidade de monitorar toda madeira e subprodutos que têm como destino a produção de carvão vegetal. Ele é imprescindível para realizar o transporte, a comercialização ou a carbonização dessa madeira. A DCF deve ser solicitada antes do início da colheita da floresta plantada ou da utilização de produtos, subprodutos e resíduos florestais para produção de carvão vegetal.

De acordo com a portaria 28 do IEF (INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS, 2020, p.4) art. 10, os documentos que deverão compor o processo de solicitação de DCF são:

- Formulário de Declaração de Colheita de Florestas Plantadas e Produção de Carvão – DCF devidamente preenchido, disponível no SEI;
- Arquivo digital em formato *shapefile* das poligonais de delimitação das áreas a serem colhidas;
- Comprovante de recolhimento de Documento de Arrecadação Estadual (DAE) referente à Taxa Florestal ou cópia do regime Especial de Substituição Tributária com deferimento da SEF ou termo de adesão ao PTA-RE;
- Comprovante de recolhimento de Documento de Arrecadação Estadual (DAE) referente à Taxa de Expediente, conforme item 7.28 da Lei 6.763 de 26 de dezembro de 1975;
- Notas fiscais de compra de madeira, produto e/ou subproduto, no caso de DCF, proveniente de colheitas externas à unidade de carbonização ou para utilização de produtos, subprodutos ou resíduos florestais, para produção de carvão vegetal, a fim de comprovação de origem.

Na DCF deverá constar o volume de carvão vegetal que será gerado a partir da matéria que será utilizada. Essa estimativa tem como base o inventário florestal elaborado por profissional habilitado ou em conformidade com o Inventário Florestal do Estado de Minas Gerais: Monitoramento dos Reflorestamentos e Tendências da Produção em Volume, Peso de Matéria Seca e Carbono, conforme art. 11 da portaria 28. Trata-se de um estudo elaborado pelo IEF e Universidade Federal de Lavras (UFLA) para estimar a quantidade de madeira que seria produzida levando em consideração as especificidades de cada cultura de eucalipto. Dessa forma, cria-se um lastro de conversão para evitar que um determinado volume de madeira colhido seja superestimado criando um saldo superior ao que é de fato. Volumes superestimados do produto da carbonização poderiam “legalizar” algum outro carvão vegetal que foi produzido de forma irregular.

Somente após a homologação da DCF, o crédito florestal é inserido no CAF-SIAM. Esse lançamento depende do preenchimento de todas as informações solicitadas durante o processo, apresentação dos documentos indicados no art. 10 da portaria 28 e a inexistência de restrições ambientais para a área solicitada.

Como apresentado, o processo de solicitação de DCF não exige um volume expressivo de documentos. Os pontos críticos do processo de análise de DCF estão em torno da veracidade dos documentos, se eles não foram utilizados em outro processo e se a área indicada corresponde de fato à área da qual a madeira será retirada. Além disso, a falta de integração entre o sistema de emissão e pagamento das taxas e sistema de análise, sendo esse último um sistema exclusivo de peticionamento, expõe um ponto vulnerável do processo da DFC que, conforme Entrevistado 1, pode ser explorado por pessoas mal-intencionadas.

Após a devida homologação da DCF, o crédito florestal será vinculado ao solicitante da declaração no CAF-SIAM. A expressão “pátio” é associada ao local onde o carvão fica armazenado, sendo o CAF o pátio virtual que corresponde ao local onde estão os créditos florestais de um determinado indivíduo ou empresa, enquanto há o pátio físico que é onde, de fato, o carvão está. Contudo, o saldo de ambos os pátios, virtual e físico, devem estar iguais, caso contrário, há indícios de irregularidade.

A oferta de créditos florestais é feita por meio do CAF-SIAM, bem como por meio da negociação entre o produtor e o consumidor. Ao aceitar uma oferta, o consumidor está adquirindo uma quantidade de créditos no ambiente online. Como forma de transportar o produto físico de um pátio ao outro, tem-se a GCA como guia que auxilia a regularizar a venda, o transporte do produto e o saldo que florestal que está sendo negociado.

A GCA é utilizada para legalizar o transporte, comercialização, armazenamento e consumo dos produtos e subprodutos florestais contendo as informações sobre a procedência e destino desses. Seu principal objetivo é identificar a origem e destino do carvão vegetal que será transportado. Ela é gerada por sistema eletrônico disponível e regulamentada pela Resolução Conjunta IEF/Semad nº 2.248 de 30 de dezembro de 2014.

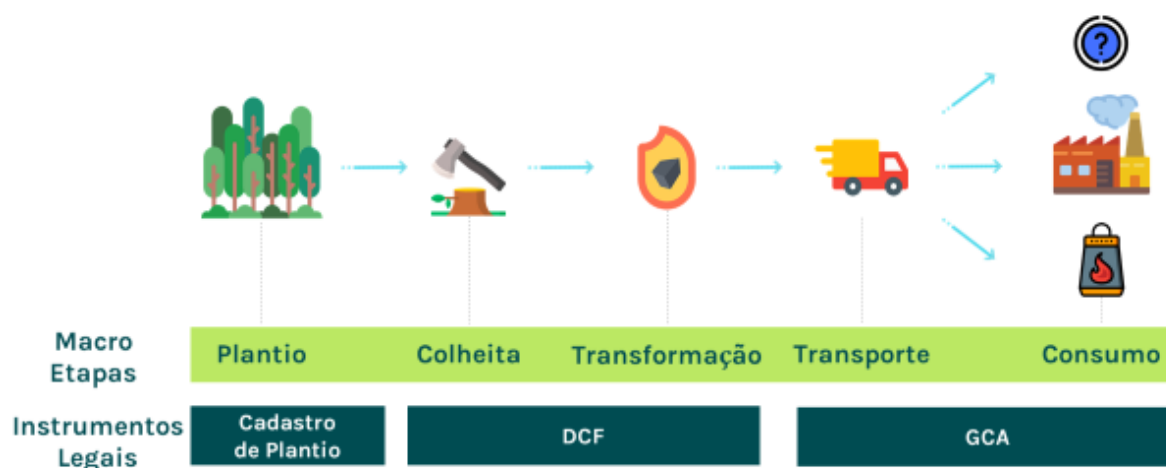
A guia possui dezoito itens de identificação, dentre eles, pode-se destacar: o volume da carga que está sendo transportada; os dados do transportador incluindo dados do veículo e descrição do trajeto; a pessoa física ou jurídica que está encaminhando a carga e quem a receberá, além da nota fiscal do produto que está sendo transportado. Cada GCA pode ter somente uma nota fiscal vinculada e poderá ser utilizada apenas para um transporte específico. Essa característica a torna um documento de caráter único e exclusivo. Cada carga pode ter somente uma GCA vinculada, mesmo que um transportador leve duas cargas de carvão vegetal, ele

deverá apresentar duas guias diferentes, cada uma com uma nota fiscal própria e a soma dos volumes das guias deverá ser igual ao volume que está sendo transportado. De acordo com a resolução conjunta 2.248/14, toda carga deve estar acompanhada obrigatoriamente de uma GCA válida da origem ao destino, dentro do prazo de validade e somente será considerada válida se estiver devidamente preenchida sem emendas, rasuras ou campo em branco.

Portanto, tem-se o cadastro de plantio como o registro que identifica a origem da madeira. A DCF acaba por ser o instrumento responsável pela homologação dos créditos florestais, ou seja, aquele que busca vincular uma determinada origem da madeira ou subproduto à produção do carvão vegetal, de forma a declarar que aquele carvão produzido está de acordo com as normas estabelecidas e não tem origem ilegal. O CAF-SIAM se torna o ambiente virtual de gestão dos créditos florestais, onde os créditos são vinculados a um registro de pessoa ou empresa, e essa tem o direito de negociar esse crédito.

Por fim, a GCA é o instrumento que registra a movimentação física do carvão vegetal, refletindo no saldo florestal virtual de quem compra e de quem vende no CAF-SIAM. Para a efetiva gestão da cadeia do carvão vegetal, é estratégico acompanhar a origem da madeira, processo de transformação, transporte do produto e o saldo de carvão disponível. Essas informações são imprescindíveis para rastrear as tentativas de utilização de carvão de origem irregular, inclusive auxiliando na fiscalização dos pátios físicos das empresas registradas.

Figura 12 – Macro etapas da cadeia do carvão vegetal de acordo com os instrumentos



Fonte: elaboração própria

O processo de solicitação do Cadastro de Plantio e da DCF são realizados via SEI, como já informado. Esse sistema é um grande avanço para a administração pública, com resultados positivos quanto à redução de papel e gastos com materiais de escritório, chegando a uma economia de aproximadamente 9,2 milhões de reais para os cofres públicos (AGÊNCIA MINAS, 2019). Trata-se de um sistema de gestão de tramitação de processos e petições, cuja análise dos documentos inseridos é realizada sem nenhuma automação. Dessa forma, mesmo que todos os documentos sejam inseridos em um ambiente digital, a análise ainda continua sendo feita de forma humana e individual.

O uso do SEI é um avanço na transformação digital dos governos, principalmente na redução do uso de papel e tempo na tramitação de processos. Para o caso do IEF, a utilização do sistema também acabou com a necessidade do solicitante ir até uma unidade protocolar pessoalmente um Cadastro de Plantio ou uma DCF. Contudo, os ganhos se restringem ao ambiente processual da gestão da cadeia, mantendo e não mitigando alguns dos problemas já existentes na análise dos processos.

Segundo o Entrevistado 1, o tempo de análise médio dos processos de pedido de DCF é de 14 dias, alguns chegando a 30 dias. Esse período estimado se deve à necessidade de um servidor analisar cada processo individualmente. Para o Entrevistado 1, o SEI é uma evolução para o processo de petição, todavia “[...] é a mesma coisa que eu chegar lá na regional com os papéis impressos” (ENTREVISTADO 1, 2020, min 25:45). Por isso, para o Entrevistado, não se pode dizer que o processo de análise está automatizado, mesmo que a tramitação seja feita em ambiente virtual.

Segundo o Entrevistado 1, o processo de análise da documentação é feito pelo servidor “manualmente”, sendo necessário que o servidor, durante esse processo, confira se, de fato, a nota fiscal está correta, se o volume que está sendo solicitado está de acordo com o inventário florestal, se existe alguma restrição legal para a área solicitada, se é uma área protegida legalmente, dentre outras atividades. Por fim, após concluir a análise, o servidor avalia se será feita a homologação total do pedido, se irá homologar parcialmente ou não irá homologar a DCF. Caso haja homologação, o crédito florestal é inserido manualmente no sistema do CAF-SIAM, o

que também está sujeito à erros de digitação. Caso não haja homologação, o processo segue outro trâmite processual, podendo ser retomado posteriormente com ajustes no processo ou tendo como final o arquivamento do pedido.

Somente a partir do CAF-SIAM que se tem um processo informatizado e automatizado. Logo, apenas a GCA tem sua emissão independente da análise de um servidor estadual. Contudo, ela ainda assim é alvo de fraudes e necessita de fiscalização por parte do IEF, Polícia Militar e demais órgãos estaduais. Dessa forma, lançar luz sobre a discussão de vulnerabilidades na gestão da cadeia do carvão e a ocorrência de fraudes é salutar tanto para a discussão central deste trabalho sobre adoção de blockchain quanto discutir, posteriormente, a aderência da tecnologia a esse problema.

4.1.1 Fraude na cadeia do carvão vegetal

Em 2011, foi deflagrada a operação Corcel Negro II, que tinha como objetivo combater a máfia do carvão em Minas Gerais e outros estados vizinhos (HEMERSON, 2011). A combinação de fatores como preços elevados do carvão vegetal, demanda de indústrias e oferta escassa de madeira de florestas plantadas, fez com que o mercado de carvão ilegal se tornasse atraente e lucrativo. O resultado dessa combinação, como também evidenciado pelo Entrevistado 1 e as notícias de 2011, foi o avanço de organizações criminosas sobre florestas nativas no estado, agravando ainda mais o desmatamento ilegal.

Minas Gerais é um dos poucos estados que fazem o controle do carvão de floresta plantada. Uma das tentativas estaduais de conter o desmatamento ilegal para produção de carvão vegetal foi a aprovação da lei estadual 18.365/2009, que alterou a legislação florestal vigente e determinou a redução progressiva do consumo de produtos ou subprodutos originados da vegetação nativa, em especial o carvão vegetal (IBA, 2019). Por volta de 2012, o IEF iniciou ações para combater as fraudes e melhorar o controle sobre a cadeia do carvão vegetal. Nessas ações estão a implementação de sistemas, a exemplo, o CAF-SIAM, e novos procedimentos.

Uma das atividades de apoio à fiscalização que fica sob competência do IEF é verificação da veracidade de alguns documentos relacionados ao carvão vegetal. O Entrevistado 1 relata casos que recebeu de superiores do IEF, ou de outros órgãos que também atuam no controle ambiental, Ibama e Polícia Militar de Minas Gerais

(PMMG); documentos suspeitos para serem analisados e que foi constatada a tentativa de fraude. Portanto, há indícios de ocorrências de práticas fraudulentas relacionadas à documentação.

A Polícia Militar é um braço importante da fiscalização, principalmente na fiscalização rodoviária. Quando identificada alguma irregularidade, o procedimento é comunicar ao IEF o que foi identificado para que sejam tomadas as medidas administrativas cabíveis pelo órgão quanto aos registros no CAF-SIAM. Em alguns casos, o IEF é solicitado a dar apoio a uma operação de campo, quando se faz necessário confirmar se há carvão de floresta nativa misturado à carvão de floresta plantada.

A fraude no transporte pode acontecer de diferentes maneiras. O Entrevistado 1 destaca que as mais comuns estão relacionadas à carga e à documentação. Os casos que envolvem adulteração na documentação, são casos em que GCA é adulterada no intuito de induzir ao erro a fiscalização. Há casos em que o transportador nunca deu entrada com nenhum pedido para transporte de carga no órgão ambiental e transporta a carga com um documento que foi totalmente fraudado, “ele inventa um documento” (ENTREVISTADO 1, 2020, min 11:40).

Nos casos que envolvem a adulteração de carga, tem-se uma tentativa de passar carvão de floresta nativa como se fosse de plantada. Nesse caso, a carga é parte de carvão legal e parte de carvão ilegal de floresta nativa, ou até mesmo totalmente de floresta nativa. Por exemplo, “um caminhão carregado de sacos [de carvão vegetal]. Tem trezentos sacos de carvão de eucalipto e cinquenta de nativa. Ganha em volume, mas não tem a origem lícita” (ENTREVISTADO 1, 2020). Conforme o Entrevistado 1,

Hoje essa fraude [de misturar carvão] é menor, mas ainda acontece. [...] Não tão comum como antigamente, mas ainda acontece. Sempre que tem fiscalização em siderurgia eles pegam [carvão de madeira nativa]. Sempre o pessoal [fiscais] acaba pegando carregamentos de carvão de nativa. (ENTREVISTADO 1 min 6:13)

Fraudes documentais também acontecem durante o processo de solicitação de DCF. Existe uma prática fraudulenta conhecida como “esquentar carvão”. Essa expressão é utilizada quando um fraudador busca dar caráter legal ao carvão que é de origem ilícita, normalmente de floresta nativa. Essa prática, segundo o Entrevistado

1, costuma acontecer de duas formas diferentes. Uma é pela incorporação de carvão de nativa ao carvão de plantada de forma a dificultar a fiscalização, como exemplificado anteriormente.

Uma segunda forma de “esquentar o carvão” é por meio da sobreposição de áreas de colheita. Trata-se de realizar a solicitação de colheita para uma mesma área em diferentes processos de DCF. Todavia, após o fraudador conseguir o crédito florestal, ele parte desmatar outra área que não a indicada no pedido de DCF. O fraudador utiliza a autorização para realizar o desmatamento e a carbonização de outra localidade e utiliza o saldo homologado para encobrir a origem do produto ilegal. De acordo com o Entrevistado 1, existem casos que é solicitada uma DCF para um mesmo local, várias vezes, “eu já vi acontecer da pessoa pedir três, quatro declarações para o mesmo lugar, ou seja, ela ‘tava’ esquentando carvão” (ENTREVISTADO 1, 2020, 13:42). Isso acontece por não ter um sistema que seja possível verificar se aquela área já foi utilizada para geração de saldo. Ressalta-se que quando identificada alguma irregularidade o IEF aplica as devidas sanções legais.

De acordo com o Entrevistado 1, há casos em que pessoas são contratadas para solicitarem uma DCF com uma área que já foi utilizada anteriormente. Como a análise do processo é feita aleatoriamente por um servidor da regional do IEF, pode ser que diferentes servidores analisem processos que pedem para colher a mesma área. Caso o pedido seja homologado, tem-se um saldo florestal que já “nasceu” fraudado. Devido às características do SEI, para que essa fraude seja identificada, é necessário que o mesmo servidor analise diferentes processos com a mesma área de colheita para identificar a fraude.

Segundo o Entrevistado 1, esse é o caso mais difícil de identificar devido ao processo da própria DCF. O documento possui um campo com a informação sobre qual é o local de origem da madeira, mas para ter certeza que o dado é verídico seria necessário ir até o lugar fiscalizar presencialmente o processo de colheita.

Tais relatos evidenciam que tentativas de fraude acontecem em diferentes momentos e de diferentes maneiras na cadeia do carvão vegetal em Minas Gerais. Não existem dados consolidados sobre essas tentativas de fraudes e “[...] apesar dos meios de controle que implementamos [IEF], ainda acontecem” (ENTREVISTADO 1, 2020, min 8:12). Todavia, como o próprio Entrevistado 1 afirma, “a maioria faz certo, é a minoria que vai fazer, vai fraudar, vai fazer essas ‘maracutaias’” (ENTREVISTADO 1, 2020, min 18:05).

As fraudes geram consequências que nem sempre são perceptíveis no curto prazo. Elas podem ser divididas em dois grandes grupos: consequências ambientais e consequências burocráticas. Contudo, ambas, de alguma forma, acabam prejudicando a sociedade como um todo.

4.1.1.1 Consequências ambientais

Um dos principais reflexos das fraudes na cadeia do carvão vegetal é o desmatamento ambiental ilegal. O desmatamento em Minas Gerais, segundo o Entrevistado 1, tem como foco o uso da madeira e não a posse da terra, como acontece em outras localidades, a exemplo, a Amazônia. O que interessa aos infratores é utilizar a madeira para diferentes finalidades, uma delas é a produção de carvão vegetal.

De acordo com dados fornecidos pela Semad, e consolidados na Tabela 2, entre os anos de 2015 e 2020, foram apreendidos, somente de floresta plantada, aproximadamente 891 mil metros cúbicos de carvão considerado irregular. Esse volume equivale ao total de 356 piscinas olímpicas cheias.

Tabela 2 – Quantidade de carvão apreendido em metro cúbico (M³)

TIPO DE PRODUTO APREENDIDO	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total Geral
CARVAO EMPACOTADO	198,99	461,30	460,16	364,62	200,84	25,49	1.711,40
CARVÃO FLORESTA PLANTADA	5.116,00	18.261,90	22.439,59	831.396,92	9.528,97	4.536,29	891.279,67
CARVÃO NATIVO MANEJO	636,17	143,87	227,97	800,49	25,97	35,06	1.869,54
CARVÃO VEGETAL NATIVO	10.550,99	7.904,87	6.452,15	15.122,13	9.163,39	4.127,60	53.321,12
OUTROS	398,04	-	172,86	120,91	168,83	13,00	873,64
Total Geral	16.900,19	26.771,94	29.752,73	847.805,07	19.088,01	8.737,44	949.055,36

Fonte: Semad 2021a, elaboração própria

A base de dados disponibilizada não possui unidades de medidas unificadas, o que dificultou uma análise mais profunda. Contudo, foi possível extrair a relação de volume, conforme Tabela 2, e quilogramas das apreensões feitas, conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Quantidade de carvão apreendido em Quilograma (Kg)

TIPO DE PRODUTO APREENDIDO	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total Geral
CARVAO EMPACOTADO	65.931,28	55.486,00	44.030,37	8.059,07	18.352,00	1.081,00	192.939,72
CARVÃO FLORESTA PLANTADA	1.689,90	750,00	10.881,00	17.474,00	5.364,00	389,00	36.547,90
CARVÃO VEGETAL NATIVO	4.164,75	2.033,00	64,00	-	300,00	68.280,00	74.841,75
Total Geral	71.785,93	58.269,00	54.975,37	25.533,07	24.016,00	69.750,00	304.329,37

Fonte: MINAS GERAIS 2021a, elaboração própria

A maior parte das apreensões de carvão por quilo está relacionada a carvão já empacotado, não sendo qualificado pelo órgão qual a origem desse carvão. Contudo, quando descrito, é possível identificar que, de fato, há uma predominância do carvão de madeira nativa sobre o plantado. Nos dados disponibilizados pelo volume, há uma predominância significativa de carvão de origem de floresta plantada. Todavia, somente com os dados disponibilizados não é possível fazer uma análise mais profunda ou extensa do que os comparativos entre os achados.

Por fim, de acordo com os dados, foram apreendidos o total de 28.285 pacotes de carvão irregulares entre os anos de 2015 e 2020.

O Bioma que mais sofre com desmatamento ilegal no estado é o Cerrado, principalmente nas regiões Norte e Noroeste, concentrando aproximadamente 70% do desmatamento ilegal mapeado em Minas Gerais. De 2009 a 2018, a área desmatada equivale a sete vezes o tamanho de Belo Horizonte (HOJE EM DIA, 2020).

O impacto nos recursos hídricos é um dos pontos principais quanto ao desmatamento. Com menos cobertura vegetal tem-se menor retenção de água no solo, além de um solo mais exposto à erosão. Outro ponto é que a madeira será utilizada para queima, logo, tudo que ela capturou de CO² durante sua vida, será lançado novamente a atmosfera. Dessa forma, difere do eucalipto plantado que captura parte do CO² durante seu crescimento, reduzindo assim parte do impacto,

uma vez que é uma cultura renovável, sempre sendo replantada. Considerando que o uso ilegal de florestas nativas para produção de carvão vegetal tende a colaborar com o aquecimento global, se assim for pensado em uma escala de efeitos que transcendem as fronteiras municipais, estaduais e nacionais.

4.1.1.2 Consequências burocráticas

As consequências burocráticas podem ser divididas em dois subgrupos: estrutura burocrática e arrecadação. O primeiro grupo está ligado à estrutura criada pelo Estado para combater as fraudes e o segundo aos prejuízos causados aos cofres públicos pela sonegação.

Como apontado pelo Entrevistado 1, o grupo que tenta burlar as regras é um grupo minoritário dentro dos atores da cadeia do carvão vegetal em Minas Gerais. Contudo, com o intuito de coibir esse pequeno grupo, é criado todo um aparato burocrático para fiscalizar as práticas de fraude já conhecidas e coibir novas práticas que possam vir a ser criadas. O principal efeito dessas práticas antifraude está na burocratização dos procedimentos, criam-se regras que buscam coibir as práticas de fraudulentas que são realizadas por uma minoria e, em contrapartida, aumenta-se a burocracia do processo para todos.

O Estado precisará de servidores dedicados para que o processo burocrático seja executado, conseqüentemente mais estrutura de trabalho para esses servidores, por exemplo, espaço físico, computadores, materiais de escritório, carro para fiscalização, gasolina etc. Essa estrutura tem um custo aos cofres públicos, ou seja, cria-se todo um aparato de combate à fraude para fiscalização de uma minoria e que no final é pago por todos. O cidadão perde, não só por ter que pagar mais impostos para sustentar uma estrutura que não tem o objetivo de lhe atender melhor, mas também por ter que enfrentar uma estrutura com mais amarras e menos simplificada. O aumento da complexidade dos procedimentos acaba criando custos para o indivíduo que deseja solicitar uma documentação. Como externalidade a esse aumento de burocracias, criou-se um mercado especializado em produzir processo para serem submetidos à análise do IEF, ou seja, existem casos em que os produtores chegam a contratar uma pessoa ou empresa para dar entrada no processo de DCF (ENTREVISTADO 1, 2020).

Do ponto de vista do fisco, a fraude está relacionada ao pagamento das taxas que fazem parte do processo de solicitação de DCF. Como colocado pelo Entrevistado 1, o maior prejuízo está na sonegação da taxa florestal, que corresponde a um montante significativo para os cofres públicos. De acordo com a Resolução nº 5.425, de 15 de dezembro de 2020, caso fosse solicitado um DAE de Taxa Florestal no dia 02 de março de 2021 de todo carvão apreendido de forma irregular e registrado em volume, os valores se aproximariam de 2 milhões de reais sonegados.

Uma prática fraudulenta que foi identificada pela equipe trata-se da apresentação de uma mesma DAE de Taxa Florestal para diferentes processos de solicitação de DCF. A mesma taxa era utilizada em diferentes processos e em diferentes regionais do IEF para um volume idêntico. Contudo, essa prática foi inviabilizada no ano de 2020, com o novo procedimento operacional de análise do pedido de DCF. Esse obriga os servidores a inserirem no CAF-SIAM o número da DAE apresentada no processo de DCF no momento de atualizar o crédito florestal. Dessa forma, caso um solicitante tente utilizar a mesma DAE, o sistema avisará que aquela boleto já foi vinculada a outro processo.

Logo, é possível identificar uma série de problemas relacionados à cadeia do carvão vegetal em Minas Gerais. Os problemas perpassam diversos pontos da cadeia, desde os processos burocráticos até fraudes fiscais e ambientais. Portanto, há a necessidade em buscar alternativas que promovam o aumento da eficiência, de forma a mitigar os problemas identificados.

Considerando que carvão ilegal significa prejuízo fiscal e ambiental para Minas Gerais, pode-se também inferir que a eficiência na cadeia do carvão significará preservação ambiental, aumento de receita e fomento as diversas cadeias que têm carvão vegetal como base de sua produção. O desafio está em encontrar alternativas que simplifiquem os processos burocráticos, tanto na prestação de serviços para o cidadão quanto no processo de realizado pelo servidor público, enquanto torna mais difícil a realização de fraudes.

A partir disso, inicia-se a discussão sobre como a blockchain pode ser uma das saídas viáveis para esses diversos problemas, ao mesmo tempo em que se torna uma vantagem competitiva para o Estado. Dessa forma, o próximo subcapítulo buscará apontar as vantagens da adoção de blockchain pelo Governo de Minas Gerais.

4.2 Blockchain como Solução

A blockchain, como já dito, se mostra uma tecnologia de propósito geral, e, devido às suas características apresenta-se como uma possível solução a problemas da gestão da cadeia de carvão vegetal relacionados à rastreabilidade, segurança da informação, simplificação de processos, dentre outros. Com o intuito de avaliar se a blockchain, de fato, pode ser uma solução tecnológica potencial para apoiar a gestão da cadeia do carvão vegetal em Minas Gerais, será realizada uma análise sobre a aplicabilidade da blockchain e suas características, apoiada na revisão bibliográfica e nas entrevistas concedidas pelos servidores. O objetivo é compreender como cada uma das características pode contribuir na resolução dos problemas identificados. Além disso, servirá de base para avaliar se, de fato, a blockchain possui aderência ao contexto mineiro. As propriedades em análise são: transparência, auditabilidade e rastreabilidade; integração de informações dentro e fora dos limites da administração pública (distribuído e descentralizado); automação de transações e processos; integridade das informações (imutabilidade e integridade); autenticação das transações (irrefutabilidade) e disponibilidade.

4.2.1 Transparência, auditabilidade e rastreabilidade

Em uma rede blockchain, a conexão entre os blocos é identificada a partir do *hash*. Esse código é público para a rede, logo, é possível verificar todas as *hash* e identificar, se necessário, algumas das movimentações que foram realizadas dentro da cadeia. Essa característica da tecnologia é o que faz ela ser transparente, permite a realização de auditorias e rastreamento de informações registradas na blockchain. Segundo o Entrevistado 5, a blockchain possui um alto potencial para ser aplicada no Governo de Minas Gerais devido à sua capacidade de transparência, sendo essa uma demanda social e uma dever do governo para com a sociedade.

A rastreabilidade aplicada à gestão da cadeia do carvão vegetal torna-se uma vantagem competitiva para as empresas que irão fazer parte da rede. Devido à capacidade de rastreamento da origem do carvão vegetal, os produtos que utilizaram carvão em sua linha de produção irão conseguir comprovar que o carvão utilizado é oriundo de floresta plantada, evitando qualquer desconfiança sobre a externalidades negativas ou irregularidades vinculadas à sua produção. Conforme os entrevistados 3

e 5, a rastreabilidade intrínseca à tecnologia torna a blockchain uma ferramenta vantajosa e segura para ser utilizada pelo governo estadual, exatamente por não demandar um módulo tecnológico adicional para realizar tal rastreamento da cadeia de produção.

A capacidade de rastreabilidade aliada à segurança da informação possibilita a criação de um sistema de certificações de origem de produtos. Minas Gerais é reconhecidamente um estado com uma cadeia diversa de produtos agropecuários que poderia, também, ser beneficiada futuramente com a incorporação de um sistema de certificação em blockchain, tecnologia reconhecida internacionalmente e com alta capacidade de ser auditada por parceiros externos sem grandes complexidades. Segundo os entrevistados 2 e 5, implementar um processo de rastreamento de cadeia na gestão do carvão é um primeiro passo para avançar para outras cadeias produtivas do estado mantendo a lógica tecnológica e processual. Fica evidente nas falas dos entrevistados do governo mineiro o alto poder de escalabilidade da blockchain no estado após a validação de um modelo aplicado à gestão da cadeia do carvão devido às semelhanças com as demais, salvas as devidas proporções e especificidades.

A rastreabilidade, segundo Entrevistado 1, é uma característica relevante para evitar a fraude relacionada a “esquentar carvão”. A rastreabilidade possibilitaria aos fiscais do IEF identificar a origem da madeira, conseqüentemente do carvão, logo, não seria possível saber a origem do carvão, vinculando-o a uma área que está com o saldo registrado corretamente, criando uma conexão segura entre a área e o carvão.

A possibilidade de auditar as informações também se mostra estratégica para a cadeia do carvão vegetal. A auditoria e a rastreabilidade estão diretamente relacionadas a fiscalização do Estado, seja para conferir se os saldos de carvão estão coerentes entre o ambiente físico e digital, seja para verificar as informações em uma declaração emitida, falsificação de documentos etc. O aumento da capacidade de fiscalização com a adoção de blockchain na cadeia do carvão vegetal é destacado pelo Entrevistados 1 e 2. Segundo o Entrevistado 2, a aplicação de blockchain facilita as ações de fiscalização, ao mesmo tempo em que dificulta as possibilidades de fraude. Logo, as fraudes são descobertas com mais facilidade, mais multas são aplicadas e maior é o risco de um infrator ser descoberto, portanto, a ausência de impunidade pode desestimular a tentativa de fraude. Menos fraudes significa mais recursos para o IEF e menos pressão sobre as matas nativas do estado.

Evidenciando o papel fiscalizador do Estado quanto ao cumprimento das regras postas as cadeias produtivas, no caso da cadeia do carvão vegetal, segundo o Entrevistado 5 (min 6:32), a adoção desta tecnologia pelo governo seria benéfica visto que “essa rastreabilidade de cadeia produtiva é clássica de blockchain”.

Portanto, de acordo com os Entrevistados 1, 2, 3, 4 e 5, a adoção de blockchain referente à característica de transparência, auditabilidade e rastreabilidade é vantajosa para a cadeia do carvão vegetal e o governo em si. Essa característica foi a única destacada de forma espontânea por todos os entrevistados, relacionando-a com a cadeia do carvão vegetal ou com alguma outra finalidade.

4.2.2 Integração de informações dentro e fora dos limites da administração pública (distribuído e descentralizado)

A blockchain é estruturada em uma rede de nós, e esses são atualizados constantemente com uma cópia de todas as informações da rede. A integração poderia acontecer dentro dos nós utilizando a blockchain como integração. De forma prática, caso um banco de dados contendo informações pessoais de diversos cidadãos estivesse na rede blockchain, quando solicitado sobre a confirmação de identidade de uma pessoa, ela poderia ser facilmente confirmada. Da mesma forma, se uma credencial fosse negada, a informação seria disponibilizada em toda a rede assim que ela fosse atualizada.

A integração de informações aplicada à cadeia do carvão vegetal em Minas Gerais poderia facilitar a emissão de diversos documentos, bem como evitar uma série de fraudes, tanto fiscais quanto ambientais, além de auxiliar a fiscalização rodoviária. A integração de base de dados entre o IEF e Secretaria de Fazenda é um exemplo sobre as potencialidades do compartilhamento de informações, sendo que ambos os órgãos poderiam se valer de informações relevantes. A Secretaria de Fazenda poderia utilizar os dados do cadastro de plantio para realizar previsões de receita para o Estado, ao mesmo tempo em que poderia compartilhar informações com o IEF sobre pagamentos de DAE, evitando possíveis fraudes processuais envolvendo pagamento de tributos.

Segundo o Entrevistado 4, o Estado possui uma grande quantidade de dados duplicados, cada secretaria possui um banco individual e que muitas vezes possuem as mesmas informações de um cidadão e/ou empresa. A duplicidade de informações

é um problema, pois isso representa um gasto maior com tecnologia, recurso esse que poderia ser aplicado em blockchain e na integração de dados.

A integração de base de dados é um desafio tecnológico por si só, todavia, com as entrevistas foi possível perceber que há um fator cultural da organização sobre a posse do dado (ENTREVISTADO 2, 3, 4). A partir dos relatos do Entrevistado 3, é possível apontar que a complexidade relacionada à cultura se relaciona com a discussão dos órgãos entre a competência para realização de alguma atividade e do domínio da base de dados. O Entrevistado 5 destaca que o compartilhamento de informações entre as áreas seria benéfico individualmente para cada órgão, bem como para o Estado. Cada área poderia realizar sua atualização individual ao mesmo tempo que contribui para a atualização da rede, construindo assim uma base de dados mais robusta. Dessa forma, a base de dados seria compartilhada, não possuindo um único guardião, mas vários colaboradores. Segundo o Entrevistado 3, “[...] a blockchain faz isso, cada um faz um pedaço, cada um faz uma validação [da informação] e dá para todo mundo trabalhar em conjunto [...]” (ENTREVISTADO 3).

Logo, a integração de informações também se mostra vantajosa para a cadeia do carvão. Todavia, há de se atentar para esses desafios de integração de base de dados, para questões que deverão ser levadas em consideração no processo de adoção tecnológica, conforme destacado pelos entrevistados. Além disso, essa característica da blockchain é fundamental para que haja a automação de transações e processos.

4.2.3 Automação de transações e processos

A automação de processos é um ponto estratégico para o aumento de desempenho da gestão da cadeia do carvão vegetal. Como dito pelo Entrevistado 1, o cadastro de plantio e a DCF ainda são analisados individualmente, sendo que todo o processo de consulta a outros sistemas é feito pelo próprio servidor público. Além disso, a falta de uma base de dados unificada e que seja capaz de analisar a validade das informações é um dos gargalos da gestão. De toda forma, para alcançar um nível de desempenho ideal na automação de processos, há a necessidade de criar uma base de dados integrada capaz de validar a informação correta e identificar inconsistências ou irregularidades.

Em entrevista para Moura (2018), Marloes Pomp, chefe do departamento de blockchain do Governo da Holanda, destaca que o governo holandês conseguiu reduzir de treze semanas para treze minutos o prazo para liberação de subsídios para os cidadãos da província de Noord-Brabant, por meio da integração de base de dados. Essa liberação acontece em um processo de automatização de análise dos documentos necessários para receber os subsídios, esses que se encontram na base do próprio governo. Portanto, falar em automação de processo também envolve falar sobre a integração da base de dados. A automação pode ser feita aumentando a eficiência do processo, reduzindo tempo e custo, desde que o sistema consiga utilizar as informações disponíveis na base de dados.

Segundo o Entrevistado 1, quando questionado sobre qual era a importância de otimizar o processo de emissão de documentos, mantendo ou aumentando o nível de segurança deles, ele respondeu,

Muito! Eu acho que é bem alto porque já colocamos aqui, você vai otimizar e a gente vai poder focar no que realmente importa, na gestão de florestas nativas e tudo mais, tendo essa confiança de que não estamos sendo omissos na nossa função. (ENTREVISTADO 1)

Portanto, a automatização dos processos na gestão da cadeia do carvão vegetal em Minas Gerais por meio da tecnologia de blockchain iria favorecer para o cidadão que realiza o pedido de declaração, principalmente pela praticidade de realizar o pedido online e pela velocidade que o processo seria analisado.

Pensando na perspectiva do servidor público, que como dito, poderia se concentrar nas tarefas consideradas mais estratégicas, tem-se a segurança processual. Essa segurança, segundo o Entrevistado 2, se relaciona com a “tranquilidade” de saber que o processo foi corretamente analisado pelo sistema, eximindo-o de parecer conivente com algum erro que possa ser identificado em uma auditoria futura.

[...] porque você trabalhar pensando que a qualquer momento alguém vai “estar passando” a perna em você, você vai trabalhar tenso o tempo todo. Até porque, se você deixar passar, pode-se pensar que você flexibilizou aquilo para a pessoa, enfim, é uma tensão do servidor público deixar passar um processo de fraude; então, você ter um sistema que te suporta neste sentido, você trabalha até com mais tranquilidade. (ENTREVISTADO 2)

Além disso, um sistema baseado em blockchain garantiria a segurança desejada pelos servidores responsáveis pela gestão da cadeia atrelada à velocidade de respostas as demandas recebidas, uma questão tão solicitada pela sociedade.

4.2.4 Integridade das informações (imutabilidade e integridade)

A integridade das informações é uma das características que dá à blockchain a confiabilidade necessária para passar de uma aposta tecnológica para uma tecnologia viável. A integridade das informações é possível devido à lógica de operação da blockchain, onde a adulteração de informações é praticamente nula. A cadeia de blocos é integrada devido a uma lógica de encadeamentos de códigos hash e, conforme o Entrevistado 2 aponta, a própria rede identifica possíveis ataques fraudulentos, o que faz da tecnologia, do ponto de vista deste, “muito interessante”, por conta da confiabilidade da informação, mesmo que ela esteja em descentralizada.

Segundo o Entrevistado 4, “os benefícios do blockchain são padrão, a gente consegue a rastreabilidade, a confiança, a segurança de qualquer serviço que a gente colocar na blockchain”. Esses benefícios intrínsecos à tecnologia, poderiam favorecer diretamente a gestão da cadeia de carvão vegetal, não só na rastreabilidade da origem do carvão como já dito, mas também garantindo a segurança da informação e dando maior confiabilidade a governo e à população sobre os dados.

A confiança na integridade da informações se torna base para a construção de uma série de políticas públicas que poderiam ser aproveitadas pela cadeia do carvão e outras cadeiras produtivas. Os entrevistados 2, 4 e 5 destacam que a possibilidade da criação de selos de origem se torna viável, pelo fato de que um selo de origem e/ou garantia é uma abstração da confiança sobre determinado produto, ou seja, se um selo de origem cai em descrédito perante a comunidade, devido à uma falsificação de informações, o descrédito também recai sobre o certificador e sobre os produtos que podem ou não ter se beneficiado de um esquema fraudulento. Todavia, com a blockchain há uma segurança que vai além do crédito do certificador perante a comunidade, ela se encontra, principalmente, na capacidade de integridade da tecnologia em si. De acordo com o Entrevistado 4, quando o Estado utiliza uma blockchain para a certificação de origem de produtos, ele transmite à sociedade segurança sobre aquela informação, tendo como resultado um impacto positivo na confiança e segurança de quem vai adquirir o produto.

Dessa forma, o IEF poderia se valer da confiabilidade depositada sobre a blockchain e utilizá-la como uma estratégia de atração de investimentos. As empresas produtoras de carvão vegetal ou as siderúrgicas que utilizam plantações próprias, e que estivessem instaladas em Minas Gerais, poderia se valer do selo de origem do carvão agregando valor ao produto final como sendo um produto que tem como origem uma cadeia sustentável por se tratar de carvão produzido a partir de madeira plantada. A criação desse selo em blockchain geraria confiabilidade nos compradores devido à imutabilidade das informações durante todo o processo de cultivo e/ou produção, o que garantiria que não houve adulteração do produtos em nenhuma das etapas.

Aumentar a confiança na gestão da cadeia do carvão não é apenas um ganho de desempenho, mas pode se tornar uma ganho de capital político devido ao apelo de Estado inovador e atento às questões ambientais. Em uma cadeia produtiva onde existe, como dito pelo Entrevistado 1, a máfia do carvão, utilizar de todos os meios possíveis para garantir a segurança da informação é fundamental.

A confiabilidade da informação em blockchain também pode se mostrar um avanço cultural na posse do dado. Segundo o Entrevistado 2, “hoje, a gente [Estado] é o único ente que fala ‘o dado que está com a gente é o certo’ e o blockchain quebra essa lógica”, exatamente porque a tecnologia assume esse papel de dar segurança à informação. Por isso, a integridade da informação garantida pela blockchain é uma potência tão grande para os diversos processos que envolvem a produção, análise e compartilhamento de dados.

Quando questionado sobre possíveis problemas de adulteração e segurança de dados, o Entrevistado 5 colocou que a área técnica “[...] consegue também identificar problemas mais relacionados à segurança de dados, onde essa questão da imutabilidade e da rede distribuída de blockchain onde a gente [área técnica] poderia sim, melhorar isso com essa tecnologia [blockchain]”. Há de se destacar que a característica de imutabilidade da informação possui uma certa dependência da rede distribuída e descentralizada. A informação de fato não consegue ser alterada sem ser identificada, já que irá causar uma distorção na cadeia. Entretanto, é necessário garantir que existam cópias em mais nós para que o consenso invalide a cadeia que foi adulterada, substituindo-a pela cadeia correta.

Por fim, as vantagens da adoção da blockchain para a cadeia do carvão vegetal em Minas Gerais não se resumem apenas na garantia da imutabilidade da informação, mas, principalmente, no potencial de criação de um selo de origem que

terá sua credibilidade baseada na imutabilidade das informações na blockchain. Logo, há indícios para afirmar que a adoção desta tecnologia é vantajosa para o Estado, mesmo que, em um primeiro momento, os resultados orbitem em torno do aumento da segurança de dados.

4.2.5 Autenticação das transações (irrefutabilidade)

A autenticação das transações foi a única característica não destacada pelos entrevistados. Contudo, pode-se inferir que das propriedades da blockchain essa é uma que não se mostra como uma novidade tão significativa, visto que existem no governo estadual outras tecnologias de assinaturas similares. Além disso, não é uma propriedade que, ao ser comparada com os problemas enfrentados na gestão da cadeia do carvão vegetal, represente uma vantagem. Portanto, optou-se por não aprofundar a discussão sobre os benefícios desta para com a cadeia do carvão vegetal.

4.2.6 Disponibilidade

Por se tratar de uma rede distribuída, a blockchain não possui uma única fonte suscetível a falha. Diferente de outras redes onde todas as informações se concentram em um ponto central, a blockchain se estrutura em nós. Cada nó possui uma cópia completa de todas as informações disponíveis na rede. Com isso, caso algum nó esteja offline, ou seja, atacado, os demais nós garantem não só a segurança, mas a disponibilidade de informações.

A disponibilidade é a propriedade da rede ficar online a todo momento, sem correr o risco de alguma indisponibilidade qualquer. Dessa forma, o sistema sempre poderá ser operado. Para o IEF, isso significa que o sistema sempre estará disponível para as empresas solicitarem suas declarações ou guias. A instabilidade do sistema não foi destacada como um problema relevante, todavia, foi identificado, junto ao Entrevistado 1, que essas instabilidades acontecem fortuitamente. Contudo, conforme posto pelo Entrevistado 2, pode ser uma vantagem para o Estado inserir novos nós na rede, uma vez que isso acabaria com a indisponibilidade do sistema, mesmo que ocorra casualmente e por um breve período.

Se isso acontecer [criar uma rede de nós descentralizados e a gente conseguir efetivar essa ideia [adoção da rede], o meu sistema pode cair que a empresa consegue continuar tramitando transporte e consumo de carvão e assim que meu sistema volta, ele é munido de todas essas informações que as empresas, com toda confiança e celeridade que o processo de blockchain dá, fazer com que o estado consiga continuar no mesmo patamar. (ENTREVISTADO 2)

Portanto, mesmo que a disponibilidade não seja uma das propriedades mais destacadas pelos entrevistados, trata-se de uma questão estratégica para o órgãos e para as empresas instaladas no Estado. Dessa forma, entende-se que a gestão da cadeia do carvão seria beneficiada por essa propriedade.

4.2.7 Aderência da blockchain à gestão da cadeia do carvão vegetal

Dentre as seis propriedade da blockchain, as que foram mais destacadas pelos autores foram: transparência, auditabilidade e rastreabilidade; Integridade das informações (imutabilidade e integridade) e integração de informações dentro e fora dos limites da administração pública (distribuído e descentralizado). Como dito, as propriedades têm uma forte relação entre si, por isso, muitas das vezes uma propriedade foi citada pelos entrevistados e vinculada a alguma outra, não aparecendo de forma isolada nas falas. Isso demonstra que os entrevistados compreendem que a blockchain não é uma tecnologia de benefício único, mas possui uma gama de possibilidade de aplicações e benefícios.

Além disso, identificou-se a aderência da tecnologia à gestão da cadeia do carvão vegetal em Minas Gerais, de forma que ela poderá auxiliar na resolução de problemas citados pelos entrevistados e no aumento de desempenho da gestão. Os benefícios foram facilmente identificados pelos entrevistados, mesmo que também fossem apresentados desafios organizacionais e, em alguns casos, tecnológicos para a adoção da tecnologia.

Além disso, segundo o Entrevistado 2, seria possível utilizar outra tecnologia para fazer o rastreamento da cadeia do carvão, contudo, “[...] com o blockchain, a gente tem a garantia do que a tecnologia traz para nós, que é a confiabilidade e rastreabilidade desses dados” (ENTREVISTADO 2). O entrevistado reforça que não se trata de escolher a blockchain por ser a única tecnologia existente para resolver os

problemas identificados, mas a escolha parte de um olhar estratégico, tanto pelos benefícios imediatos quanto pelo potencial de evolução dela.

O potencial da tecnologia é destacado pelo Entrevistado 4, ao colocar que “[...] quando a gente [Estado] olha, diretamente, para um serviço que for colocado dentro dessa plataforma, dessa tecnologia, a gente vai encontrar cada vez mais benefícios”. Logo, a adoção de blockchain pelo IEF é apenas o ponto de partida de uma adoção muito mais ampla da tecnologia pelo Estado. Segundo o Entrevistado 2, “[...] a vantagem de implementar no IEF eu não vejo obrigatoriamente como ‘o blockchain tem que acontecer dentro do IEF’, mas eu acho que tendo no IEF, dali para frente a gente pode expandir para vários outros processos”.

Assim sendo, a adoção de blockchain pelo IEF é apenas o ponto de partida de uma adoção muito mais ampla da tecnologia pelo Estado. A estratégia de longo prazo, conforme o Entrevistado 3, de adoção tecnológica passa pela implementação de blockchain em uma política pública.

Acho que a situação do carvão agora e o projeto que vai ser conduzido pela secretaria de meio ambiente e com o nosso apoio, na governança eu falo muito que é para acompanhar com um olhar de onde pode se encaixar no estado de outras iniciativas, porque carvão não é o nosso negócio, o negócio da governança eletrônica para ver onde dá para aproveitar. (ENTREVISTADO 3)

Logo, a adoção de blockchain pelo IEF é aderente, não só como solução aos problemas identificados, mas também à estratégica de Tecnologia da Informação e Comunicação do governo estadual. A partir disso, este estudo parte para analisar as informações disponíveis sobre a iniciativa anunciada, em setembro de 2020, referente ao projeto conduzido para adoção de blockchain pela autarquia.

4.3 O Contexto de Blockchain nos Governos Analisados

4.3.1 Minas Gerais

O Governo de Minas Gerais, em setembro de 2020, anunciou o início do Projeto de Controle da Cadeia do Carvão com Tecnologia Blockchain (AGÊNCIA MINAS, 2020b). Ele tem por objetivo rastrear a produção de carvão vegetal no estado, melhorar a segurança e celeridade dos processos relacionados à cadeia, combater o

desmatamento das floresta nativas por meio do aumento das efetividades das ferramentas de fiscalização e, por fim, reduzir custos. Trata-se de um projeto que envolve o desenvolvimento ambiental e econômico simultaneamente.

O embrião do atual projeto de blockchain do governo estadual surgiu em fevereiro de 2019 como uma iniciativa de servidores da Secretária Estadual de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais (Sede) que tinham como objetivo utilizar a tecnologia como vantagem competitiva na atração de empresas e no desenvolvimento tecnológico do Estado. À época, os servidores se basearam na experiência do governo holandês na utilização da tecnologia de blockchain para resolução de problemas públicos complexos. Durante aquele ano, o projeto foi sendo desenvolvido e ganhando apoio de outros setores e secretarias, sendo a cadeia do carvão vegetal a escolhida para receber o projeto piloto de blockchain. A Prodemge, a partir de uma iniciativa de P&D, foi responsável por elaborar a primeira prova de conceito, em inglês *proof of concept* (POC), utilizando blockchain para rastreamento de lotes de carvão.

Em 2020, a Semad e o IEF assumiram a gestão do projeto, enquanto a Prodemge e a Seplag atuaram no seu desenvolvimento tecnológico e de redesenho de processos, respectivamente. O Projeto ganhou tração após o apoio do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) com o financiamento integral de R\$ 2,4 milhões do projeto.

A evolução organizacional para adoção tecnológica pode ser identificada na fala do Entrevistado 3 quando destaca que a Secretaria de Planejamento e Gestão, por meio da Subsecretaria de Governança Eletrônica e Serviços, inseriu, em 2020, como objetivo estratégico da política de tecnologia da informação a implementação de serviços que utilizam a blockchain e a absorção de conhecimentos relacionados a ela por meio de parcerias.

Já a evolução tecnológica percorrida pode ser vista na fala do Entrevistado 4. Segundo ele,

Hoje é muito mais fácil do que foi, naquela nossa primeira reunião que eu falei “vamos fazer um P&D desse tal de blockchain? vamos!”, hoje a gente sabe do que estamos falando, a gente sabe o que não sabemos, o que é o mais importante, onde temos que aprender, mas tem muita coisa pela frente ainda.
(ENTREVISTADO 4)

Todavia, quando questionado em que nível técnico Minas Gerais está quanto ao desenvolvimento de blockchain o Entrevistado 4 destaca que já foram superados os níveis iniciais de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), já foram realizadas POCs e que é preciso avançar para os próximos níveis,

[...] nós temos que chegar no finalmente, a gente tem que ter algo concreto, pronto. E a partir daí, acho que a gente consegue se desenvolver mais rapidamente. Por isso eu coloco um 6 [escala de desenvolvimento de 0 a 10], nós estamos na curvinha, subindo, estamos chegando lá. (ENTREVISTADO 4).

Há um consenso entre os entrevistados que houve avanços em diversos pontos importantes para a adoção tecnológica da blockchain, contudo, como descrito por alguns entrevistados, o projeto de blockchain ainda está na fase de ajustes de processos, o desenvolvimento mais intenso ainda está por vir.

Posto isso, é possível identificar que o projeto mineiro, quando objeto de estudo desse trabalho, se encontrava na fase de incubação, iniciando seu processo de aceleração, fase essa predecessora da fase de implementação, essa que é posta pelo Entrevistado 4 como crucial para a adoção definitiva de blockchain pelo governo estadual. Logo, Minas Gerais ainda tem um caminho de aprendizagem a ser percorrido (ENTREVISTADOS 3 e 4).

Assim sendo, o trabalho avança para estudar os casos de adoção de blockchain que se mostram mais avançados. Por conseguinte, o escolhido foi o processo de adoção tecnológica de blockchain pelo governo holandês, principalmente, a partir do *Dutch Blockchain Coalition* (DBC).

4.3.2 Holanda

A Holanda pode ser indicada como um dos países vanguardistas quanto à identificação e adoção da blockchain como vantagem competitiva (ALCANTARA et al., 2019, MOURA et al., 2020). O governo holandês identificou que, assim como a internet, a blockchain apresenta um potencial disruptivo e, ao contrário do desenvolvimento da internet, o governo se mostrou interessado em ser um dos

direcionadores e fomentadores desse desenvolvimento (DUTCH BLOCKCHAIN COALITION, 2018).

A agência holandesa de promoção da tecnologia digital, Dutch Digital Delta, foi a responsável por assumir a função de oferecer suporte prático e orientação para o desenvolvimento da tecnologia no país. Segundo os autores, essa agência compõe um planejamento estratégico maior, conhecido como “topsector”, e faz parte da política de renovação tecnológica da Holanda. Em 2016, a agência criou o Blockchain Core Competence Center (BC3). No ano seguinte, a BC3 foi reestruturada, dando origem ao que hoje é conhecido como Dutch Blockchain Coalition (DBC), Coalização Holandesa de Blockchain (LAGENDIJK et al., 2019).

A criação dessa organização parte de uma visão do governo na qual ele deveria ser um dos fomentadores da blockchain e não o único. Dessa forma, a DBC, assim como explícito em seu nome, se torna uma coalização entre os setores público e privado, com apoio das universidades locais. A DBC se estrutura inicialmente com apoio do Ministério de Assuntos Econômicos e Política Climática, Delft University of Technology e empresas privadas (DUTCH BLOCKCHAIN COALITION, 2018; LAGENDIJK *et al.*, 2019).

Se quisermos fazer o melhor uso das oportunidades fornecidas pela digitalização e neutralizar suas consequências negativas, então a colaboração intensiva é requerido. Um bom exemplo disso é o estabelecimento da Dutch Blockchain Coalition. (DUTCH BLOCKCHAIN COALITION, 2018, p. 2, tradução nossa)

A DBC é uma coalização nacional e que faz parte de uma estratégia de país para se destacar como uma das referências em blockchain. O esforço nacional se concentra na missão de utilizar a tecnologia em questão para criar benefícios sociais e econômicos, materializados na melhoria da prestação de serviços para o cidadão e na criação de vantagens competitivas para as empresas situadas na Holanda. Segundo Lagendijk *et al.* (2019, p. 5, tradução nossa), “‘Encontrando oportunidades econômicas’, ‘escopo para coordenação’ e ‘mudança radical’ são as principais mensagens expressas pelos membros do DBC”.

Ao analisar o ecossistema no qual a blockchain está inserida, é perceptível a concentração de casos relacionados ao setor financeiro e ao setor de controle de dados. Todavia, para a DBC é importante atuar no desenvolvimento de blockchain que esteja direcionada para o interesse público (DUTCH BLOCKCHAIN COALITION,

2018). Dessa forma, a coalizão tem o objetivo de fomentar iniciativas que estejam orientadas para o uso de blockchain em políticas públicas e que sejam de domínio coletivo (LAGENDIJK *et al.*, 2019).

De acordo com Lagendijk *et al.* (2019, p. 5, tradução nossa), o contato “face a face” entre os então articuladores da criação da BDC foi muito importante para “forjar a conectividade afetiva [entre eles] e a compreender e sentir o significado do desenvolvimento da tecnologia blockchain” para a Holanda. A partir desse contato, foram problematizadas as diversas possibilidades e aplicações da blockchain. Foram levantados questionamentos entre o grupo a respeito de como a blockchain iria auxiliar os participantes, de quais problemas poderiam ser resolvidos e quais seriam escolhidos como ponto de partida, as funções a serem desenvolvidas, o que isso agregaria para a sociedade holandesa, dentre outros.

Tais questionamentos geraram *workshops* entre os participantes de forma que buscou-se identificar quais eram as bases comuns entre os participantes, assim como objetivos e ambições convergentes. Segundo Lagendijk *et al.* (2019), esse momento foi de entusiasmo por parte dos participantes que estavam nessa fase inicial por identificarem como um momento estratégico para a coalização, visto que poderiam aproveitá-lo para pautar a agenda do DBC. Esse momento foi utilizado para orientar a missão de desenvolvimento de blockchain pela coalização, criou-se a imagem de “levar o homem à lua”.

A missão da BDC é realizar aplicativos em blockchain que sejam totalmente confiáveis e aceitos pela sociedade holandesa, criando condições favoráveis ao surgimento de novos aplicativos e difundindo a tecnologia como uma base comum de segurança, confiável e que promova o bem-estar e prosperidade para cidadãos, empresas, instituições e órgãos governamentais holandesas. Dessa forma, a BDC se posiciona no cenário de inovação holandês como um catalisador e facilitador desse desenvolvimento, utilizando as relações público-privadas para alcançar tal fim (DUTCH BLOCKCHAIN COALITION, 2018).

A BDC destaca as características da blockchain como importantes para gerar avanços em diversas áreas, todavia, também destaca a possibilidade utilizá-la para fins que não sejam legais ou socialmente aceitos. Por isso, eles destacam o conceito de “Blockchain for good”, em tradução livre seria “Blockchain para o bem”. Essa visão de desenvolvimento não se mantém se for incorporada apenas pelo governo, por isso a coalizão entre os diversos setores é um ponto estratégico para a criação de

aplicações, os incentivos público-privados são fundamentais para direcionar os esforços de forma a colocar o interesse público em primeiro lugar, assim como uma estrutura de governança capaz de manter tal alinhamento (DUTCH BLOCKCHAIN COALITION, 2018).

A Holanda tem uma forte tradição de atuação conjunta entre governo, setor privado e instituições de ensino, integração, essa que é conhecida por “tríplice hélice”. O objetivo dessa integração é fomentar a criação de *startups* que desenvolvam aplicações em blockchain para solucionar os problemas públicos escolhidos pela DBC. Além disso, essa atitude fortalece o ecossistema de desenvolvimento e inovação baseado em blockchain, gerando avanços não só para o setor público, mas aumentando o conhecimento disponível no mercado para as empresas já estabelecidas. Por isso, há uma busca constante por parte da DBC por aprimoramentos no modelo de governança, de forma a atender às complexidades e os interesses da coalização e seus membros (LAGENDIJK et al., 2019).

Os holandeses utilizam a maturidade do modelo de tríplice hélice como vantagem competitiva para avançar mais rápido do que os demais países, e se manterem à frente no processo de desenvolvimento tecnológico. A estratégia de liderança no cenário global é discutida de forma que esse posto seja assumido por todos. Não se trata de realizar avanços individuais, há uma clara proposta de pensar a Holanda e não setores holandeses. Por isso, ao abordarem a consolidação da liderança, a DBC pontua que “isso precisa ser realizado em colaboração com vários Blockchain Fieldlabs e parceiros, como Startup Delta, Brightlands, Amsterdam Economic Board, Blockchaingers, Blockchainpilots e Yes! Delft” (DUTCH BLOCKCHAIN COALITION, 2018, p. 2, tradução nossa). A proximidade entre os componentes da hélice gera velocidade e potência na produção de inovações e aplicações.

A DBC investiu, entre 2017 e 2018, mais de 1 milhão de euros e articulou a participação de 30 startups para apoiar as ações planejadas. Foi criada uma agenda de ação que foi dividida em três frentes: desenvolvimento de *building blocks* para identidades digitais, a concretização das condições de utilização do Blockchain, incluindo o estabelecimento de uma agenda de pesquisa, e o desenvolvimento e realização de uma Agenda de Capital Humano. (DUTCH BLOCKCHAIN COALITION, 2018).

O desenvolvimento de uma identidade soberana baseada em blockchain foi escolhida por ter sido identificada como um projeto chave para os demais. Esse projeto tem por objetivo criar uma identidade digital que concentra todas as informações do indivíduo e capaz de ser aceita em diversas situações do cotidiano, desde comprovar que o indivíduo possui uma carteira de motorista válida, como apresentá-la ao banco para realização de um empréstimo. A criação da identidade soberana tem por objetivo utilizar a blockchain para dar ao cidadão o controle sobre seus dados.

A segunda agenda tinha por objetivo trabalhar em ações que garantiriam a sustentabilidade no desenvolvimento da tecnologia. Foram inseridos advogados nessa agenda para auxiliar os desenvolvedores a combinarem a programação de contratos inteligentes à legislação holandesa. Como resultado, foi elaborado um Relatório de Contratos Inteligentes que levou em consideração essas questões cruciais conflitantes entre tecnologia e legislação.

Além disso, foram realizadas ações focadas no desenvolvimento tecnológico da blockchain. Foi criado um programa de pesquisa direcionado à diversas questões científicas e mais fundamentais, tanto oportunidades quanto desafios, associadas à vertente técnica e de implementação da tecnologia Blockchain. O programa recebeu o nome de “Dutch Blockchain Research Agenda”, e tinha como objetivo de pesquisas ações relacionadas às características específicas da blockchain, bem como questões relacionadas à confiabilidade, sustentabilidade e governança da tecnologia (DUTCH BLOCKCHAIN COALITION, 2018).

A Agenda de Capital Humano completa a estratégia holandesa de construção de um ecossistema capaz de desenvolver a blockchain. Trata-se de uma estratégia voltada para produção de conhecimento relacionado à blockchain, principalmente por meio de treinamentos e qualificações de todos os participantes da coalizão e de pessoas interessadas na temática. Essa estratégia envolve a captação de estudantes interessados na temática e nas parcerias com as universidades de ciências aplicadas e tecnologia, nas quais essas são responsáveis por elaborar grades curriculares para desenvolver, junto aos estudantes, competências técnicas que são importantes para o desenvolvimento da tecnologia e do ecossistema em si. Essa estratégia se baseia na criação de conhecimento para o hoje e na preparação dos profissionais que irão atuar com blockchain no futuro.

Ao reunir universidades e universidades de ciências aplicadas, estamos garantindo o aprendizado mútuo e o alinhamento do currículo Blockchain. Em vez de cada instituição desenvolver seus próprios materiais e métodos de ensino, estamos criando um ecossistema de instituições de ensino e pesquisa. (DUTCH BLOCKCHAIN COALITION, 2018, p. 10, tradução nossa)

Essa estratégia de atuação garante à Holanda um lugar entre os líderes mundiais em blockchain, se não, a liderança. Esse desenvolvimento acelerado na área de blockchain é fruto da interação da tríplice hélice holandesa, essa que é citada pela DBC como uma vantagem competitiva holandesa e citada pelo Entrevistado 6 como a lógica holandesa típica. Essa interação é uma das poucas no mundo que funciona de forma tão orquestrada e com resultados tão claros, o que coloca a DBC como um exemplo internacional a ser seguido. A exemplo, pode-se citar o apoio que está sendo dado pela coaliza, em 2020, à Singapura para o desenvolvimento da iniciativa local de blockchain. Além disso, existem parcerias internacionais com hubs de Blockchain em Dubai, Seul, Índia, Canadá e São Francisco.

A DBC é a executora da estratégia de liderança holandesa quanto a transformação digital. Essa que, no que se refere à blockchain, tem alcançado êxito. A DBC é colaboradora assídua das diversas iniciativas da União Europeia de blockchain, participando da European Blockchain Partnership (EBP) e apoiando a construção da European Blockchain Services Infrastructure (EBSI) que apoiará o fornecimento de serviços públicos digitais transfronteiriços no bloco.

Mantendo a posição de liderança, a Holanda se posiciona como uma referência internacional. Além disso, o caráter exploratório da DBC torna o país um ambiente propício ao desenvolvimento e testes de aplicação em blockchain, atraindo assim empresas, estudantes e entusiastas do assunto. Dessa maneira, cria-se um polo que atrai os talentos mundiais. Portanto, segundo a DBC, essa estratégia ao “fortalecer a posição de vanguarda da Holanda dessa maneira [com atração de empresas e talentos], podemos [Holanda] exercer influência na padronização internacional e garantir que o ‘*International Blockchains for Good*’ seja implementado” (DUTCH BLOCKCHAIN COALITION, 2018, p. 11, tradução nossa).

Como colocado pela organização, algumas iniciativas irão fracassar durante o processo, todavia, outras irão se transformar em sucesso. As aplicações que são desenvolvidas pela DBC têm o objetivo de alcançarem a validação do mercado, consolidado assim a startup como empresas e não mais aposta e demonstrando a

viabilidade da solução. A fase anterior a validação do mercado é chamada, pela DBC de fase pré-competitiva. Essa fase é composta por quatro momentos: orientação, exploração, pesquisa e experimentação.

A fase de orientação se relaciona com a escolha de qual será a missão a ser perseguida, por exemplo, a criação de uma identidade digital construída em blockchain capaz de facilitar a vida do cidadão holandês. A exploração é o momento em que se busca alternativas diversas para alcançar os fins desejados, tanto alternativas tecnológicas, como legais, processuais etc. A parte de pesquisa e experimentação são as fases que acontecem em ciclos menores, o que poderia se assemelhar a um ciclo ágil, onde elabora-se uma base teórica mínima e logo cria-se uma experiência para validar os achados, testando e corrigindo as aplicações. As explorações bem-sucedidas levam a provas de conceitos e cases promissores para atender à missão traçada no início do processo. O objetivo é que as iniciativas desenvolvidas pela DBC gerem resultados para o país como um todo, tanto para o setor público quanto para o privado.

Segundo Legendijk et al. (2019), a DBC utiliza metodologias ágeis para gerenciar seus projetos pilotos com diretrizes voltadas para uma gestão enxuta e simples, sendo monitorados pela metodologia scrum. Os projetos são incentivados a realizarem ciclos curtos de desenvolvimento, de forma a testarem rápido suas ideias e validarem a suas aplicações. Essa proposta proporciona avanços rápidos e facilita a identificação, ou não, de resultados ainda preliminares.

Para além dos cases de identidade soberana, validação de diplomas e aposentadoria, outro que pode ser considerado como relevante para este trabalho é o case de logística que está sendo desenvolvido pela DBC e seus parceiros no Porto de Roterdã. Logística é um dos pontos estratégicos escolhidos pela coalizão, tanto pelo potencial da transformacional da blockchain nesse setor que tem por base a burocracia e a necessidade de segurança das informações, quanto pela circunstância da Holanda ser um dos principais hubs marítimos da Europa. A utilização de blockchain nessa cadeia se mostrou vantajoso pela possibilidade de reduzir os custos de transações bem como aumentar a celeridade nos trâmites burocráticos.

O case de logística é uma iniciativa da DBC que envolve o porto e a cidade de Roterdã, esses que são cofundadores da Blocklab, *Smart Industries Field Lab*, responsável pelo desenvolvimento de casos de uso comercial de aplicações de blockchain, provas de conceitos e experimentos com startups, comunidade de

desenvolvedores locais e universidades. A Blocklab, assim como o porto e cidade, fazem parte do ecossistema local de inovação local e são membros da DBC (BLOCKLAB, 2021).

Segundo informações do Port Of Rotterdam (2019), em média existem 28 partes envolvidas no transporte de contêineres marítimos e com uma troca de dados significativa, podendo chegar a 200 envios e recebimentos de dados. Essa ação é realizada em qualquer rota para garantir que um contêiner chegue ao seu destino pretendido. Um número de identificação pode ser digitado mais de 100 vezes em e-mails, sistemas e documentos, caso fosse necessário rastrear a origem do produto, essa atividade poderia levar semanas.

“Apesar do grande aumento no volume do comércio internacional nos últimos 50 anos, a maior parte dele ainda é executada em documentos que datam do século 14”, explica Aljosja Beije, líder de logística e tecnologia da BlockLab e coautora de Blockchain e a Cadeia de Abastecimento: Conceitos, Estratégias e Aplicações Práticas. Digitalizamos, mas, até agora, não automatizamos. É aí que a blockchain terá um grande impacto. (PORT OF ROTTERDAM, 2019)

O “DELIVER” é o projeto que está sendo desenvolvido para ser utilizado no Porto e tem por finalidade reduzir a quantidade de papel envolvida no processo, aumentar a celeridade nas análises, bem como a confiança entre os envolvidos. Trata-se de um projeto coordenado pela Blocklab em parceria com o Porto de Roterdã, ABN AMRO e Samsung SDS e que tem por objetivo desenvolver esta plataforma de gerenciamento de cadeia de suprimentos alimentada por blockchain. O DELIVER é uma plataforma de mercado capaz de otimizar a cadeia de suprimentos física e financeira, garantindo a segurança, transparência e confiança no processo.

Em julho de 2019, dois contêineres da Coreia do Sul chegaram ao depósito da Samsung SDS em Tilburg, Holanda, através do porto de Rotterdam. “A remessa foi totalmente sem papel, financiada instantaneamente e rastreada porta a porta usando o DELIVER”, disse Martijn Thijssen no Porto de Rotterdam. O rastreamento integrado de contêineres significa que todos sempre podem ver onde estão, os documentos estão sempre acessíveis e tudo, até o comprovante de entrega, é colocado automaticamente no blockchain DELIVER. (PORT OF ROTTERDAM, 2019)

O DELIVER ainda está em fase de desenvolvimento e avançando para outras empresas e rotas comerciais. Roterdã escolheu a blockchain exatamente pelas propriedades intrínsecas à blockchain, relacionadas à segurança, confiança e

transparência que são alcançados por meio de sua adoção. A explanação sobre o aplicativo desenvolvido para atender à agenda de logística tem por objetivo destacar a viabilidade do uso da tecnologia para esse problema complexo, não esgotando ou concentrado a discussão do estudo em seu entorno. Em vista disso, volta-se a discussão sobre a capacidade da DBC em articular soluções para problemas complexos nacionais por meio da atuação da tríplice hélice holandesa. Logo, tem-se o caso de sucesso de uma organização fomentada pelo governo e que utilizou a blockchain como instrumento de melhorias de bem-estar social e desenvolvimento econômico.

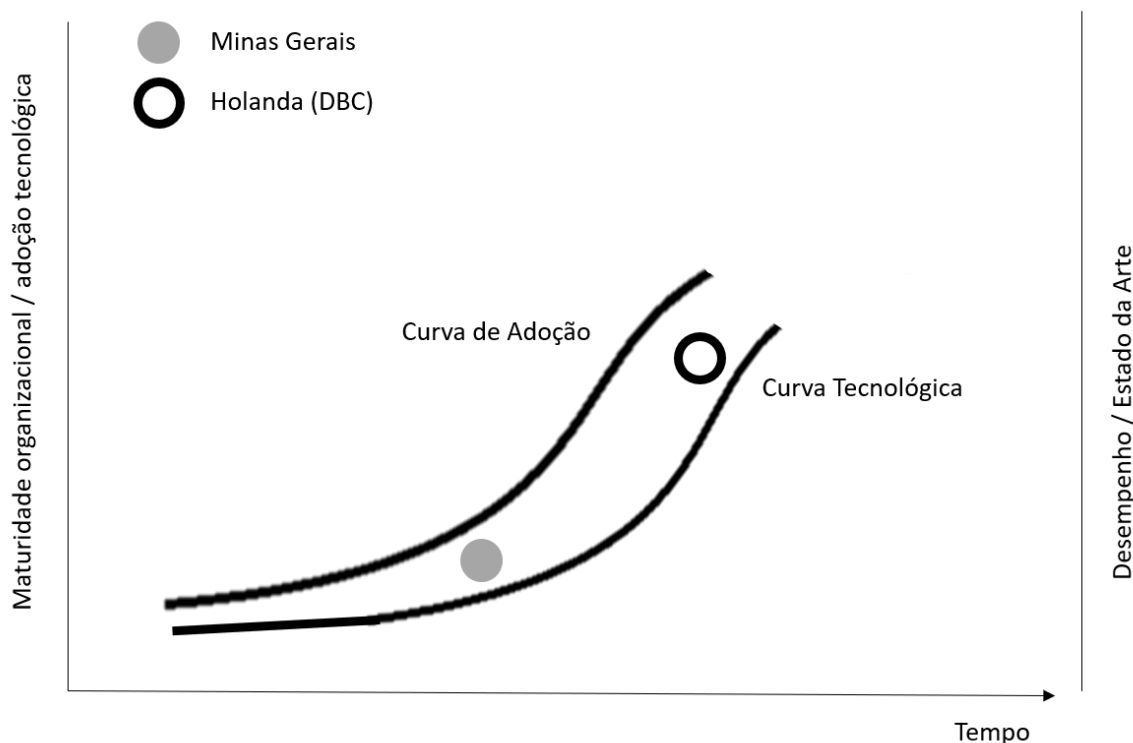
O case de logística muito se assemelha ao contexto mineiro da cadeia do carvão vegetal. Trata-se, também, de uma questão estratégica para o Estado, não só digitalizar a gestão da cadeia, mas automatizá-la, de forma a garantir a transparência e a segurança das informações, assim como foi feito em Roterdã. O case do Porto é significativo para Minas Gerais devido à sua complexidade, já que questões aduaneiras envolvem uma série de legislações em diferentes níveis, tanto local quanto nacional.

4.3.3 Comparação entre as experiências do Governo de Minas Gerais e da Holanda

Minas Gerais, ao contrário da Holanda, ainda está na sua fase inicial de desenvolvimento de aplicações em blockchain, conforme dito pelos Entrevistados 3 e 4. O governo mineiro inseriu há pouco a tecnologia em seu planejamento estratégico para a inovação, o que demonstra que a tecnologia começa a ganhar destaque no estado.

Ao analisar a curva S ampliada e comparar os momentos dos dois governos, é possível identificar que a Holanda está em uma fase muito mais desenvolvida que Minas Gerais, sendo que essa posição não se dá apenas porque ela iniciou primeiro a adoção da tecnologia, mas pela articulação que foi criada em torno e pela DBC. Houve um direcionamento estratégico dado pelo governo holandês para o desenvolvimento e direcionamento do ecossistema de inovação para desenvolver aplicações em blockchain e não apenas buscar uma solução para um problema específico na prestação de serviço público.

Figura 13 – Curva S Ampliada para Minas Gerais e Holanda (DBC)



Fonte: Elaboração própria

Foi identificado pelo governo holandês que a blockchain possuía um potencial disruptivo considerável e que, como dito, se tornaria vantajoso se posicionar na vanguarda da tecnologia. Portanto, a coalizão foi criada em torno da tecnologia de blockchain. A partir de alinhamentos entre os atores, foram traçadas agendas que estavam relacionadas ao desenvolvimento e consolidação da tecnologia pelos holandeses, enquanto buscavam problemas que poderiam ser resolvidos por ela.

Ao analisar as informações sobre a DBC, é possível observar que foi adotada uma estratégia de buscar problemas para uma solução e não soluções para um problema. A partir das propriedades da blockchain, o governo holandês identificou quais problemas tinham como causa raiz a falta de confiança, ausência de rastreabilidade e segurança da informação. Posteriormente, foram identificados quais poderiam ser resolvidos utilizando a tecnologia. Essa estratégia possibilitou que os membros da DBC se especializassem de forma mais rápida na tecnologia, uma vez que o foco era da solução tecnológica para o problema e não do problema para diversas possíveis soluções tecnológicas. Com todos os esforços voltados na criação

de diferentes soluções a partir de blockchain, tende-se ampliar e diversificar o conhecimento a respeito da tecnologia.

Ao invés de ter uma equipe dedicada a resolver problemas de logística, buscando diversas outras ferramentas que poderiam ser utilizadas, criou-se uma equipe profundamente conhecedora de uma ferramenta, a blockchain, e que poderia ser aplicada a casos específicos demandando apenas alguns ajustes na parte de negócio. Utilizando o *design think* para explicar essa estratégia, pode-se dizer que, normalmente, inicia-se o mapeamento das dores do cliente para depois ir buscar uma solução disponível. A DBC começou encontrando uma solução para uma dor e depois foi em busca de quais clientes possuíam essa dor. Esses clientes que foram encontrados nas áreas de identificação de pessoas, educação superior, logística, dentre outros. Essa estratégia se mostrou viável devido à característica da blockchain que é de tecnologia de propósito geral, ou seja, uma tecnologia capaz de ser aplicada em diversos contextos.

Tal estratégia permite que a equipe produza mais conhecimento sobre a tecnologia, adquirindo mais rapidamente domínio sobre ela. Dessa forma, a DBC conseguiu avançar rapidamente com sua curva de tecnologia. Além disso, com as diversas experiências de aplicação de blockchain, a coalizão desenvolveu competências na área de adoção tecnológica, gestão de projetos e governança. Portanto, diferente das estratégias de inovação relacionadas à laboratórios de inovação, que buscam diferentes soluções para diferentes problemas, a DBC se concentra na solução e busca diferentes problemas a cada rodada.

Essa estratégia aplicada à blockchain pela Holanda permite que a DBC mantenha sua posição de liderança no processo de adoção de blockchain e no desenvolvimento da tecnologia no cenário global.

Por se tratar de uma tecnologia em que os limites ainda não foram identificados, e que se tratava de uma aplicação de dois casos reais no modelo, não se considerou razoável inserir a fase 3 referente a institucionalização do processo e a maturidade organizacional para a adoção no modelo.

Minas Gerais está no início da fase 2 da curva S ampliada. O Estado já passou pela fase de incubação e inicia a aceleração da adoção. Com a sinalização positiva dos gestores máximos do governo, e com os recursos investidos pelo BNDES, o projeto de blockchain mineiro demonstra ter condições favoráveis para evoluir rapidamente, levando em consideração também a equipe da Prodemge que atua na

parte técnica do projeto, desenvolvendo as aplicações em blockchain. Conforme o Entrevistado 4, “[...] nós estamos na curvinha, subindo, estamos chegando lá”.

A partir da observação da posição de Minas Gerais e da Holanda na Figura 13, é possível compreender que o projeto mineiro ainda tem um longo caminho a ser percorrido, tanto na adoção maturidade organizacional para adoção tecnológica quanto no desenvolvimento de aplicações da tecnologia em si. Dessa forma, é possível apontar que Minas Gerais se beneficiaria com informações sobre outros processos de adoção de blockchain, principalmente, pela complexidade que envolve o processo específico dessa tecnologia.

Como forma de contribuir para a superação dos desafios de adoção de blockchain pelo governo mineiro, foi realizada uma entrevista com um representante da DBC para levantar como a coalizão superou determinados desafios. Portanto, após essa análise comparativa entre o momento dos dois governos, compreender como a Holanda tem realizado seu processo de adoção tecnológica de blockchain, se mostra uma estratégia oportuna para o Governo de Minas Gerais.

4.4 Desafios do Governo de Minas Gerais e Aprendizados da *Dutch Blockchain Coalition*

Como já apresentado até o momento, o processo de adoção tecnológica possui diversos desafios e pontos chaves que precisam ser alcançados para que a organização consiga avançar. Como descrito, a Holanda já colhe os frutos de ter iniciado a adoção de blockchain há alguns anos. Minas Gerais iniciou o desenvolvimento do seu primeiro projeto em blockchain em 2019, ganhando tração apenas em 2020. Conforme colocado pelo Entrevistado 2, “[...] tem 1 ano e meio que estamos lutando, mas você sabe, estado não é fácil, não é da noite para o dia que vamos virar um projeto desse tamanho”.

O Estado, devido a suas atribuições de certificação e validação de informações, tem na blockchain uma importante aliada para melhoria de seus serviços (ENTREVISTADO 4 E 5). A escolha do IEF foi estratégica, buscou-se uma cadeia que fosse clara, que houvesse um grande fluxo de informações, emissões de declarações e que demandasse um aumento da confiança dos dados e automatização de processos. O IEF é uma das autarquias do Sisema que mais possuem processos manuais e antigos se comparada com as outras, sendo que, conforme dito pelo

entrevistado 2, “lançando um blockchain no IEF, a gente pode aplicar em diferentes processos e aí fazer com que o IEF evolua, do ponto de vista da sistematização de processos, como jamais, imaginou-se ter [...]”. Segundo o Entrevistado 3, o projeto do IEF é o laboratório do estado para aprender como fazer e quais as melhores soluções, além disso, ser um caso replicável em outros órgãos e situações. Conforme o Entrevistado 2, o IEF é o ponto de partida do Estado na adoção de blockchain.

O aprendizado também é importante para descobrir quais são as aplicações mais vantajosas para o governo estadual neste momento, evitando utilizar a tecnologia para problemas que ela não é a solução (ENTREVISTADO 3 E 5). Compreendendo como estratégico adquirir mais conhecimento, esse trabalho dividiu os principais desafios destacados pelos entrevistados do Governo de Minas Gerais nas dimensões do modelo de adoção tecnológica e contrapôs com as respostas dadas pelo representante holandês. Foram consideradas as dimensões tecnologia, organização, pessoas e gestão de projetos. A dimensão ambiente não foi incluída nas perguntas feitas ao Entrevistado 6 por se tratar de ambientes e contextos diferentes, aproveitando o tempo da entrevista para dar ênfase às outras.

Durante as entrevistas com os servidores mineiros, foram apontados diversos desafios de forma que todas as dimensões analisadas foram citadas por pelo menos 2 entrevistados, contudo, alguns desafios apontados não foram escolhidos por se tratarem, na visão do autor, de desafios mais complexos e quem não iriam contribuir com o momento atual do projeto mineiro e com o nível de adoção tecnológica que o governo mineiro se encontra.

4.4.1 Tecnologia

4.4.1.1 Minas Gerais

A blockchain não é uma tecnologia exclusiva de uma empresa e a todo momento surgem novas plataformas e novas utilizações. A blockchain vive a contradição de ser uma tecnologia ainda jovem, mas com múltiplas possibilidades de aplicação. Esse cenário se torna um problema para os novos adotantes que se

perdem em escolhas e caminhos a serem seguidos. Como colocado pelo Entrevistado 3, o desafio de adoção ampla da blockchain pelo governo mineiro está, na sua opinião, em aprender mais sobre onde e como aplicá-la, posto isso “[...] é ver onde se encaixa, e começar”. O entrevistado 4 é mais enfático e coloca que “[...] nós temos que chegar no finalmente, a gente tem que ter algo concreto, pronto”.

Os entrevistados 4 e 5 convergem na discussão quanto aos desafios técnicos envolvendo a blockchain. Conforme o Entrevistado 4, “[...] não existe uma tecnologia única de blockchain, [13:00] existem várias e vão surgir outras, elas estão amadurecendo, a gente tem que entender que tem desafios técnicos e estratégicos”. Desafio esse que o entrevistado 5 endossa, destacando a atual dificuldade de escolher uma única plataforma para o projeto mineiro, logo, “[...] a gente [técnicos do Governo de Minas Gerais] tem que estar preparado para trabalhar com mais de uma plataforma e conseguir interoperar essas redes”. Além disso, ambos os entrevistados destacam que o uso de diversas plataformas pode ser um problema futuro para a interoperacionalidade das informações na blockchain.

A partir desses destaques das entrevistas, e dos demais apontamentos feitos indiretamente, entendeu-se que na dimensão tecnologia Minas Gerais tem dois desafios: compreender como iniciar a implementação de blockchain no governo, como realizar esse início prático; e como escolher uma plataforma de blockchain para uso.

4.4.1.2 Holanda

De acordo com o Entrevistado 6, o governo holandês foi “muito pragmático”, o foco estava menos na escolha tecnologia e da plataforma que seria utilizada e mais em aprender o que a tecnologia seria capaz de fazer, como usá-la, possíveis benefícios e, o mais interessante, o que ela não seria capaz de fazer. O Entrevistado 6 destaca que no começo se assemelhava com um programa de aprendizado. Logo, o foco do governo holandês não foi em escolher a tecnologia certa, mas em “[...] ‘vamos aprender o mais rápido possível e vamos experimentar todas elas em diferentes casos e compartilhar o conhecimento’”.

Posteriormente, com mais maturidade e conhecimentos sobre os aspectos tecnológicos, se tornaram membros do grupo de infraestrutura europeia de blockchain. Esse foi um ponto importante para criarem conexões com a comunidade europeia e os problemas do bloco.

Além disso, a DBC estruturou as informações em “carteiras” contendo as informações que seriam armazenadas na blockchain. A partir da criação de “carteiras”, criou-se espaço para definições de condições delas e qualificações de uso delas. Conforme apresentado pelo Entrevistado 6, um caso recente foi a criação de uma “carteira” em blockchain para o compartilhamento de testes de Covid-19. Segundo ele, o projeto “*in lock*” irá utilizar essas informações, contudo, ainda não foi possível avançar com o projeto devido à necessidade legal de construir uma rede interna de nós no território holandês para abrigar esses dados. Iniciou-se a elaboração de um *framework* de confiança nacional garantir que todos os nós realmente estariam no em território holandês para cumprir com a legislação. Além disso, o framework criado seria importante para confirmar se a rede estaria apta para compartilhar os testes entre os parceiros. Após esse passo, iniciou-se a definição de onde os nós deveriam ser hospedados e não de ser. O entrevistado também ressalta que o projeto de covid necessitou ser redesenhado durante o percurso.

Entende-se que a Holanda mantém esse perfil pragmático e de testes rápidos. Conforme discutido na revisão bibliográfica, a DBC atua sobre um modelo de gestão ágil, logo, testar e corrigir é um modo operante e uma estratégia holandesa. Além disso, a criação de “carteiras” se mostrou um ponto importante, já que a partir delas são definidas as demais premissas e os conhecimentos seriam necessários.

Logo, para Minas Gerais, destaca-se como aprendizado a importância de iniciar os projetos com testes curtos e rápidos com ciclos de aprendizagem. Além disso, seria uma estratégia utilizar a criação de “carteiras” de dados que serão utilizados na blockchain com as devidas condições e qualificações. Assim como é na Holanda, criar esse modelo de “carteiras” poderia facilitar a superação do segundo desafio postos pelos mineiros, a definição de uma plataforma.

O trabalho de desenvolvimento técnico de blockchain realizado pela DBC é, em grande parte, realizado em parceria com as instituições de ensino, por exemplo, TNO, *Knowledge Institute* e Universidade de Delft. Os grupos de desenvolvedores dessas possuem diferentes expertises e utilizam diferentes plataformas. Assim sendo, como exposto pelo entrevistado 6, ao escolher uma instituição parceira acaba-se por escolher indiretamente a plataforma que será utilizada. Essa escolha parte de uma decisão estratégica sobre qual será a plataforma mais aderente a proposta do projeto em questão.

Contudo, o foco da DBC está na criação de “carteiras” que sejam vantajosas para a estratégia a coalizão. De acordo com o Entrevistado 6, a estratégia que eles estão adotando atualmente é “[...] ter certeza que essa ‘carteira’ seja solução de blockchain, tenha padrões específicos, elas [as carteiras] têm de alcançar condições específicas e nós tentamos torná-los interoperáveis [...]”. Dessa forma, é possível dizer que, neste momento, há uma lógica focada na consolidação da operacionalização da rede de blockchain, antes da escolha de uma plataforma específica. Portanto, os esforços se concentram em utilizar “carteiras” com condições e qualificações definidas como para facilitar a interoperabilidade destas nas plataformas de maneira que sejam seguras e sigam os padrões.

Sobre a questão de múltiplas plataformas o Entrevistado 6 coloca que:

Então, no fim, eu espero que existam muitas soluções que possamos escolher, com as soluções que estejam disponíveis em uma infraestrutura de superfície pública, seja em um nível nacional ou europeu, elas têm de ser seguras [07:32], têm de seguir os padrões, e por aí vai. Portanto, haverá muitos provedores para ambas as soluções, eu espero. (ENTREVISTADO 6)

Dessa forma, recomenda-se duas ações a partir do que foi respondido pelo entrevistado 6. A primeira ação seria, assim como a DBC, buscar parcerias com instituições de ensino com o objetivo ampliar a base de pesquisas sobre a blockchain ganhando mais parceiros externos à organização, estratégia que se mostrou relevante para a adoção de blockchain. Em segundo ponto, seria a criação de “carteiras” similares ao modelo holandês, estruturando condições e qualificando como elas devem ser criadas, de forma que existam “pontos de conexão” entre as diferentes “carteiras de dados” a plataforma não seja um empecilho, talvez um fator que aumente a complexidade, mas não algo que impeça a interoperabilidade entre a base de dados e nós da rede blockchain.

Há de se destacar que os Entrevistados 4 e 5 ponderaram em suas respostas a questão de uma criação de uma rede de blockchain nacional, movimento fomentado pelo governo federal e demais autarquias federais, a fim de facilitar os projetos, até mesmo de uma plataforma única para o Governo de Minas Gerais, integrando as bases, contratos inteligentes e serviços. Todavia, como exposto pelo Entrevistado 4 “até chegar lá, tem um caminho longo a ser percorrido, a gente tem que colocar primeiro, o primeiro serviço, em uma plataforma”. O que, segundo a literatura de

adoção, seria conseguir apresentar os primeiros resultados concretos do projeto mineiro e sair de uma fase de incubação e ir de fato para a aceleração e implementação, pensando na adoção da tecnologia especificamente e não somente no projeto da gestão da cadeia do carvão vegetal.

4.4.2 Organização

4.4.2.1 Minas Gerais

A questão relacionada à dimensão organização foi a menos citada pelos entrevistados quando questionados de forma aberta quais seriam os desafios para implementação de blockchain em Minas Gerais. Uma das hipóteses se relaciona com o início recente da implementação da tecnologia ou pela capacidade adquirida pelo governo mineiros de redesenho de projetos durante os últimos anos, o que pode ser mostrar como uma vantagem quanto à necessidade de realização de mudança nos processos e procedimentos (MINAS GERAIS, 2018b).

Nesta dimensão os entrevistados 2 e 4 convergem para o ponto onde um dos desafios é a questão a cultural do Estado. Seja pela questão do domínio do dado, fator que também é citado pelo Entrevistado 3, uma vez que os órgãos demonstram uma insegurança quanto a participarem redes distribuídas. Outro ponto é pela cultura processual da organização, no caso citada pelo Entrevistado 2, o IEF. De acordo com ele “[...] é o tradicionalismo do processo manual, que é vivido pelo próprio órgão, que já está acostumado a fazer as coisas do jeito que eles fazem, e o desconhecido sempre é temido. Aí eu não estou falando só do IEF não, isso é de todo mundo”. Dessa forma, coloca-se como desafios citados pelos entrevistados os aspectos culturais de processos e compartilhamento de informações.

4.4.2.2 Holanda

A questão cultural é algo muito complexo de ser transportado de um lugar para outro. Durante a entrevista com o representante do governo holandês, foi identificado também uma forte cultura de trabalho conjunto entre governo, empresas e universidade, tanto no compartilhamento de conhecimento quanto de recursos. Por

isso, a discussão irá se concentrar em pontos desta dimensão que podem ser replicados de forma a gerar algum benefício para Minas Gerais.

Uma das práticas adotadas pelos holandeses é a criação de pequenos grupos para iniciar a discussão e a implementação de blockchain nos departamentos. Essas equipes são compostas por técnico em blockchain e membros dos departamentos nos quais serão aplicados. A criação de equipes compostas por diferentes áreas e conhecimentos é uma ação recomendada pela literatura de adoção tecnológica e se mostra eficaz na criação de soluções mais acertadas.

Como exposto pelo Entrevistado 2, há um receio dos servidores de diferentes órgãos quanto ao que é novo e diferente dos procedimentos já existentes. A criação de grupos interdisciplinares, tendo como membros pessoas da área de negócios, pode uma das formas de aproximar as áreas que finalísticas e auxiliá-las nesse processo de transição do manual para do digital e dentro do contexto digital em conhecer as novas ferramentas e possibilidades. Essa seria uma recomendação mais próxima do que pode ser feito para dar início a uma mudança de cultura e redução de ansiedade sobre novas tecnologias por parte das áreas finalísticas.

O compartilhamento de informações também é um desafio que está dentro dos aspectos culturais do Estado. O domínio do dado e da informação é uma questão descrita por três dos entrevistados mineiros. O Entrevistado 6 aponta que, por meio da criação de “carteiras” com condições que qualificações estabelecidas, tornou-se possível compartilhar os dados com órgãos internos da Holanda e até de outros países da União Europeia. Esse modelo de “carteira” foi criado a partir de definições claras e padronizadas pelo próprio governo, logo, pode-se dizer que, como solução, além dos aspectos tecnológicos já descritos sobre a “carteira”, um ponto seria o gestor máximo colocar que se trata de dados e informações de governo e não de órgãos. Todavia, é evidente a complexidade dos governantes brasileiros realizarem tal manobra.

Posto isso, considera-se como uma possível alternativa para o governo mineiro, a partir do observado na Holanda, a criar uma lógica similar a holandesa de regras para a segurança e operacionalização das “carteiras” de dados estadual, de forma que os protocolos se mostrem confiáveis ao ponto dos órgãos iniciarem um movimento de compartilhamento de suas informações com a rede. Entretanto, como destacado, por se tratar de questões culturais, pode ser necessário estudar mais a fundo tais problemas e realizar uma abordagem específica para essa dimensão com outras estratégias.

4.4.3 Pessoas

4.4.3.1 Minas Gerais

Ao analisar as entrevistas dos servidores de Minas Gerais, pode-se perceber que a dimensão pessoas para adoção tecnológica é um dos pontos-chaves para acelerar a adoção e dar sustentabilidade para que a tecnologia seja institucionalizada. O Estado tem buscado se alinhar com outros entusiastas de blockchain e realizado parcerias, contudo, ainda não foi estruturada nenhuma parceria com instituições de ensino ou cursos para qualificar internamente os servidores.

Foi mencionado, pelos Entrevistados 3, 4 e 5, as parcerias que o Estado tem feito em nível nacional para discutir blockchain. O apoio do BNDES com apoio financeiro foi muito importante, não só para dar tração ao projeto mineiro, mas para dar destaque ao Estado nessas redes nacionais no assunto de blockchain. Minas Gerais é referência na área de governança eletrônica, sendo reconhecido com diversos prêmios como instituição e como servidores individuais. Todavia, como destacado pelo Entrevistado 4, Minas Gerais ainda está “ganhando espaço” na discussão sobre blockchain no cenário nacional. Os demais membros da Rede Nacional de Blockchain, do ponto de vista de desenvolvimento tecnológico, não se encontram em uma posição tão distante da mineira, contudo, o processo de adoção tecnológica dos demais membros se mostra mais maduro do que o do governo mineiro. Eles estariam em um ponto acima e à direita do ponto de Minas Gerais se comparados a partir da curva S ampliada, tanto por terem começado pouco antes, quanto pela discussão avançada de adoção e protótipos elaborados.

O Entrevistado 3 destacou que Minas Gerais precisa iniciar o processo de implementação, mas antes deu destaque à necessidade de aprender mais sobre ela. Mesmo que, nesse contexto, o foco tenha sido na ação de começo, há uma relação pertinente com o aprendizado e qualificação dos servidores. A parte sobre os ciclos de aprendizagem estão sim na dimensão tecnologias, contudo, o conhecimento prévio que é necessário para iniciar a discussão de blockchain é vinculado à dimensão pessoas. Ter pessoas com conhecimento técnico e uma equipe com a expertise necessária é condição primordial.

De acordo com o Entrevistado 5, o governo mineiro enfrenta um grande problema na obtenção de mão-de-obra especializada na tecnologia, logo isso se torna um dos pontos que pode dificultar a adoção. De acordo com ele:

[...] a gente tem, o primeiro impacto é o impacto de recursos humanos, porque a gente ainda enfrenta muita dificuldade para encontrar pessoas com boa expertise na tecnologia. Mesmo nós que somos técnicos, trabalhando na PRODEMGE, estamos tendo um contato mais próximo com a tecnologia, quanto mais a gente trabalha e estuda a gente percebe que mais a gente precisa investir em conhecimento. (ENTREVISTADO 5)

Como o próprio Entrevistado 5 pondera, a questão de qualificação da equipe não deve se dar apenas para a parte técnica de TI, mas sim para todos. De acordo com ele, os técnicos da área finalística também devem ter o conhecimento sobre blockchain, “[...] não precisa conhecer a fundo, questões mais técnicas, mas saber os benefícios da tecnologia, para abraçar a tecnologia, quando ela realmente pode resolver seus problemas [...]”, de forma a aproximar a área finalística da tecnologia.

Posto isso, coloca-se como desafio da dimensão pessoas o compartilhamento de conhecimento e a obtenção de pessoas qualificadas para os projetos de blockchain.

4.4.3.2 Holanda

Essa dimensão é a que mais tem contribuições pertinentes para Minas Gerais, muito provavelmente pela forma como se estruturou a DBC. Como dito, trata-se de um modelo aplicado de tríplice hélice na qual a universidade tem um papel estratégico na produção de conhecimento e na formação de mão-de-obra especializada.

A DBC criou um curso nacional gratuito e em inglês que fica disponível em seu site para acesso irrestrito a quem tiver interesse. Esse curso é online e tem a duração mais longa, todavia, a BDC criou um programa de treinamento voltado para organizações e seus funcionários que se interessam pela tecnologia e que pode ser fornecido em um único dia, segundo o Entrevistado 6.

Ademais, a DBC utiliza como estratégia e formação de professores para que eles possam compartilhar o conhecimento com os demais e contam com apoio da comunidade que orbita em torno da coalizão para ensinar os demais interessados.

Dessa forma, não fica unicamente a cargo do governo a responsabilidade de formação.

Além disso, de forma mais direcionada ao compartilhamento de conhecimento recomenda-se a elaboração de qualificações voltadas para as áreas técnicas. Deve-se alinhar os conceitos relacionados à temática de blockchain, criando uma base comum de conhecimento, inclusive direcionando esforços de capacitação para a área finalística. o objetivo de capacitar a área finalística com conhecimentos de blockchain é facilitar a adoção da tecnologia, apresentando as possibilidades de uso e reduzindo possíveis resistências ao processo. Com externalidade positiva, a qualificação do servidores das áreas finalísticas ou de gestão de processos sobre blockchain pode favorecer o surgimento de arquitetos de soluções em blockchain, como descrito na literatura.

Por se tratar de uma coalizão nacional envolvendo diversas instituições, tem-se um planejamento estratégico amplo e que leva em consideração pontos críticos, como, por exemplo, a formação de mão de obra, agenda essa que compõe os planos da DBC. Dessa forma, a coalizão acaba por influenciar as instituições de ensino na formação de seus alunos apontando às universidades o perfil de profissional que deverá ser formado.

De acordo com o Entrevistado 6, compõe essa estratégia o programa de treinamento para escolas e universidades, que conta não só com o ensino sobre a tecnologia, mas o intercâmbio dos diversos conhecimentos que envolvem sua adoção.

[...] por exemplo, uma universidade sabe muito sobre os aspectos legais de blockchain e a outra sabe muito sobre a parte técnica, então elas treinam uma à outra em sua expertise. Por exemplo, professores da Universidade de Delft podem treinar os alunos de Leiden, que têm mais conhecimento legal, então eles trocam alunos e professores, eles treinam uns aos outros. Existe um programa nacional de pesquisa, e nós tentamos juntar conhecimento e projetos de pesquisa. (ENTREVISTADO 6)

A partir da experiência holandesa de parceria com as universidades, é possível indicar para o Governo de Minas Gerais investir em um modelo similar de atuação conjunta. Entende-se que iniciar um modelo de tríplice hélice neste momento seria aumentar demasiadamente o nível de complexidade, por isso, recomenda-se focar na aproximação entre o Estado e as instituições de ensino. A aproximação entre

o governo estadual e as universidades, principalmente, com a UFMG, pela sua excelência na área de tecnologia e inovação.

Essa aproximação seria importante para formar novos profissionais com as habilidades necessárias para desenvolver mais projetos relacionados à blockchain. Essa seria uma das formas de ampliar a quantidade de profissionais aptos disponíveis no mercado. Para o curto prazo, as qualificações, indicadas anteriormente, poderiam ser uma das soluções mais viáveis.

Por fim, pode-se inferir que a solução para os desafios da dimensão pessoas passam por qualificações dos servidores públicos sobre blockchain e em se aproximar das instituições de ensino para formar profissionais para os projetos futuros.

4.4.4 Gestão de projetos

4.4.4.1 Minas Gerais

A dimensão gestão de projetos busca avaliar a importância do gestor do projeto de adoção da tecnologia. De acordo com a literatura, fica a cargo do gestor fazer o alinhamento estratégico entre os níveis mais estratégicos e os mais técnicos. Segundo o Entrevistado 2, gerenciar a adoção de blockchain é uma tarefa que demanda certa articulação e maturidade, “não dá para ser ansioso, o processo tem que correr no tempo que dá, porque senão você vai atropelar o processo e vai matar ele”. De acordo com ele, é necessário ponderar as abordagens com os representantes do níveis mais estratégicos. Conforme o Entrevistado 4, trata-se de um processo de convencimento de explicar quais as vantagens de optar pela blockchain.

O Entrevistado 4 aponta que um dos principais problemas desta dimensão é a sensibilização das lideranças em torno da adoção de blockchain.

4.4.4.2 Holanda

A DBC nasce de uma visão estratégica de governo e com uma agenda de desenvolver a tecnologia de blockchain. Dessa forma, o contexto de holandês, nesse ponto, acaba seguindo um outro caminho do governo mineiro. Todavia, ambos os contextos passaram pela necessidade de sensibilizar lideranças e organizações para adotarem a blockchain como proposta.

Uma das estratégias utilizadas pelos holandeses no início da coalizão foi a criação de um senso comum, a missão de “levar o homem a lua”. O propósito de colocar a Holanda como uma das principais referências mundiais de blockchain pode ser visto como essa missão. Buscando adaptar isso ao contexto mineiro, seria como colocar o desenvolvimento da blockchain como uma estratégia de Estado, direcionando esforços para a adoção da tecnologia em diferentes processos, desde que aderentes.

Outra estratégia apontada na literatura, e confirmada pelo Entrevistado 6, foi a realização de agendas com as principais lideranças das instituições apresentando a tecnologia, tirando dúvidas e apontando os benefícios da sua adoção. Compreendendo que poderia haver resistências na aceitação da tecnologia, o Entrevistado 6 respondeu da seguinte forma quando questionado sobre a sensibilização com esses atores: “É por isso que introduzimos um círculo de influenciadores com membros da diretoria das principais instituições” (ENTREVISTADO 6).

Logo, uma possível resposta para o desafio da sensibilização seria utilizar reuniões de sensibilização com os gestores do nível estratégico a fim de apresentar mais informações sobre a blockchain, como benefícios, propósito e qual a diferença entre ela as outras tecnologias já institucionalizadas. Além disso, mapear quais são os gestores mais influentes e solicitá-los apoio na sensibilização das demais lideranças que são relevantes para o processo de adoção tecnológico.

4.4.5 Considerações e aprendizados para o Governo de Minas Gerais

É inegável a complexidade que existe em torno da gestão da cadeia do carvão vegetal em Minas Gerais. Trata-se de uma cadeia economicamente estratégica e relevante para o estado. A modernização dela pode significar uma vantagem competitiva para as empresas instaladas no estado e, conseqüentemente, um aumento na arrecadação de impostos e taxas.

Além disso, aumentar a eficiência da gestão dessa cadeia é relevante para o meio ambiente. Uma cadeia segura contra desmatamento ilegal coloca o Estado em uma posição de destaque frente aos outros estados e países. Trata-se de, por meio da segurança da informação, agregar valor aos produtos mineiros, fortalecendo assim a estratégia de atração de empresas.

A blockchain, como posta por alguns dos entrevistados, não pode ser vista como a panaceia para a gestão da cadeia do carvão, contudo, como apontado, ela tem a capacidade de atuar sobre os problemas identificados de forma a melhorar o desempenho do IEF. Além disso, como posto pelos Entrevistados 2 e 5, Minas Gerais entra para uma grupo de governos vanguardistas ao adotar a blockchain.

Fica evidente que há uma aderência significativa da tecnologia ao contexto mineiro, sendo esse, como referido pelos entrevistados, o primeiro caso de aplicação para que o governo possa ganhar mais experiências.

A comparação entre o momento de Minas Gerais com a experiência do governo holandês se mostrou produtiva. Das quatro dimensões analisadas, as que demonstraram ser mais relevantes para o contexto mineiro foram a dimensão tecnologia e pessoas. A dimensão tecnologia foi relevante para compreender de fato o início da implementação da blockchain nos projetos iniciais escolhidos pela coalizão. O modelo de ciclos rápidos e métodos ágeis pode ser um importante direcionamento para o Governo Mineiro. Ademais, o Entrevistado 6 trouxe o conceito da criação de carteiras e a definição de condições para a criação delas. Outro ponto que pode colaborar com o governo estadual é a dúvida sobre o uso de plataformas. Como exposto, o uso varia de acordo com a necessidade e de acordo com o grupo que foi escalado para aquela atividade.

A partir da análise das entrevistas, é possível apontar que a dimensão pessoas reforça o que é apontado pela literatura como boa prática no que tange à importância de parcerias externas para adquirir conhecimento e qualificar os servidores. A qualificação se mostrou estratégica tanto para facilitar o processo de adoção do ponto de vista técnico quanto para reduzir a rejeição da nova tecnologia. A parceria com instituições de ensino também se mostrou relevante para a DBC alcançar o nível de maturidade que possui hoje, sendo um bom exemplo para o governo estadual integrar a sua estratégia de longo prazo de desenvolvimento e adoção da tecnologia.

As dimensões de organização e gestão de projetos foram duas dimensões que conflitaram com a realidade dos dois governos. Há uma diferença cultural que influencia as possibilidades de abordagens. As respostas do modelo holandês podem servir de inspiração para o formato em que se dará a adoção mineira nessas duas dimensões, mas há uma diferença cultural no contexto de ambos os governos. Destaca-se que não se trata de colocar um contexto como melhor que o outro, mas

de compreender que eles são diferentes e necessitam de abordagens distintas. Outro ponto a ser destacado é a forma como o conhecimento sobre blockchain é difundido no ecossistema de inovação holandês, esse que inclui o governo. A construção de conhecimento conjunto e disponível aos diversos atores facilita não só a criação de diversos grupos menores que atuam conectados à coalização, como também facilita que mais pessoas aprendam sobre a tecnologia e se conectem ao ecossistema.

A dimensão ambiente surgiu ao longo da entrevista e foi vista como valiosa e ser compartilhada, mesmo que as iniciativas estejam em diferentes ambientes. A discussão em torno dessa questão busca apontar mais o papel do Estado na solução de problemas burocráticos e legais. A inovação no setor público pode acabar esbarrando em uma legislação que foi elaborada em uma outra época, em contextos e anseios sociais diferentes. Esse papel, que deve ser assumido pelo Estado, é fundamental para acelerar os processos de modernização burocrática, auxiliando assim que a burocracia tenha mais velocidade nos seus processos de atualização, todavia, sendo esse ente responsável por garantir que não se esteja cometendo nenhuma alteração de norma prejudicial à sociedade como justificava à modernização. Como posto pelo Entrevistado 2,

A burocracia muitas vezes tem importância no processo principalmente se tratando de estado, você tem que analisar alguns cenários para não deixar injustiças acontecerem na sociedade, mas ela tem que ter o mínimo de celeridade para que ninguém fique parado no tempo. (ENTREVISTADO 2)

Outro ponto que se mostra relevante para essa discussão sobre adoção de blockchain pelo governo é a forma como os holandeses estruturaram suas soluções. A DBC hoje não é uma instituição que fica sobre a responsabilidade unicamente do governo, ele é apenas mais um membro dentro da coalizão, com responsabilidades e direitos, assim como os demais. O financiamento das iniciativas da DBC pode ser feito por diferentes parceiros, as instituições de conhecimento e as empresas também financiam projetos dentro da DBC, elas têm o direito de escolher quais projetos irão investir e trabalhar.

Além disso, o modelo de governo é por projetos. Cada projeto é composto por um pequeno time que desenvolve esse projeto e vai se autogerenciando. A DBC atua de fato como um catalizador de projetos, conectando as demandas e as capacidades, além de ter auxiliado na construção do ecossistema e atualmente na sua consolidação

e promoção. A governança descentralizada de projetos é uma inovação de gestão que passa por questões culturais e por um método mais ágil de flexibilizar o controle para melhores resultados. Todavia, existem líderes que repassam as informações para a DBC como instituição e para os gestores mais altos que atuam como conselheiros da coalização.

O governo holandês forneceu alguns subsídios para a DBC e eles são um membro da DBC [19:00], mas o setor privado e instituições de conhecimento também pagam por projetos que a DBC executa, então é uma colaboração pública/privada e os membros decidem em quais casos eles irão trabalhar, qual a estratégia, o que deve ser feito, não é somente o governo. É realmente uma colaboração pública/privada e para cada projeto, existe um grupo menor, como por exemplo, no caso do uso de energia, tem um grupo menor que trabalha neste caso específico e eles decidem juntos o que deve ser feito, lá o governo faz o seu papel da mesma forma que os provedores de energia, e juntos eles decidem as tarefas e atividades e pagam pelo projeto juntos, então depende do governo. (ENTREVISTADO 6)

Aliás, conforme o Entrevistado 6 ponderou, todos os projetos que o governo holandês participa devem ser de código aberto. Essa é uma premissa, uma vez que eles entendem que se o financiamento veio de recursos públicos o produto deve ser de domínio público, “[...] mas não são estratégias separadas para o projeto de blockchain, é mais uma estratégia geral do governo, criar projetos de código aberto é ter certeza que elas podem ser utilizadas muitas vezes, ao invés de somente uma” (ENTREVISTADO 6). Esse pode ser um aprendizado interessante para o Governo de Minas Gerais que está iniciando seu processo de adoção de blockchain.

Por fim, entende-se que, na medida do possível, as análises cumpriram seu objetivo e de alguma forma encontraram informações relevantes, seja sobre a aderência da tecnologia ao contexto mineiro, seja sobre as informações a respeito da experiência holandesa que poderão ser aproveitadas, com os devidos ajustes, em um contexto mineiro.

4.5 Modelo Gerencial de Adoção de Blockchain

Após uma extensa revisão bibliográfica e análises práticas sobre adoção de blockchain, o estudo culmina em um modelo gerencial para a adoção de blockchain. Trata-se de um produto metodológico preliminar voltado para apoiar gestores na tomada de decisão sobre a adoção tecnológica de blockchain levando em

considerações as dimensões do processo de adoção. O modelo em questão busca sistematizar o conhecimento produto em um produto similar ao Business Model Canvas.

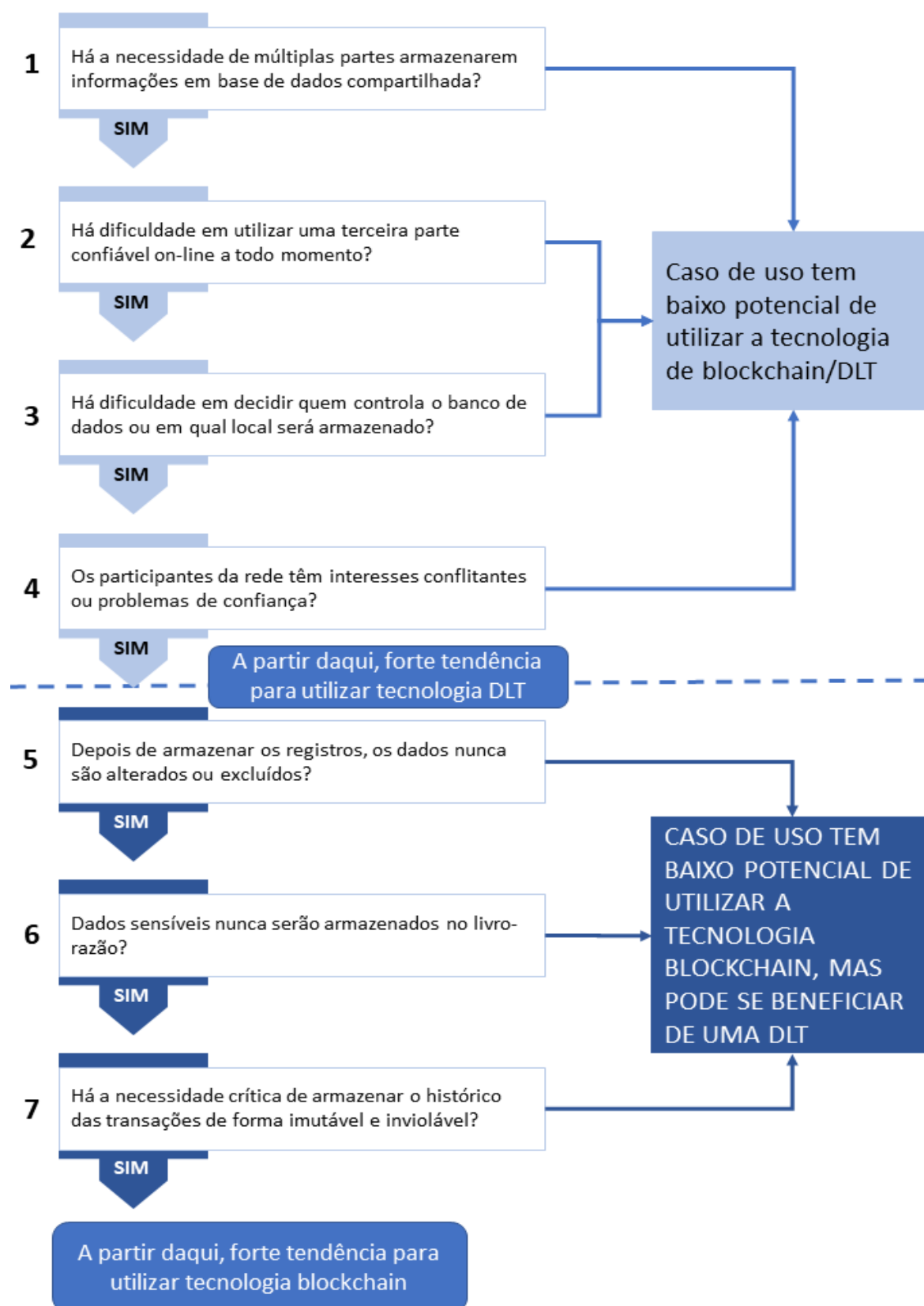
O *Business Model Canvas*, modelo visual criado por Osterwalder e Pigneur (2011), teve por objetivo auxiliar empreendedores a observarem as informações a respeito de seus negócios em um único lugar. O modelo facilitou a visualização e análise de diversos pontos estratégicos para a construção de um negócio antes de partir para a construção de um plano de negócio.

Esse modelo visual de planejamento foi utilizado posteriormente em outras ferramentas do *design think* e em outras áreas. O *business model canvas* não foi o primeiro modelo gráfico utilizado em planejamentos estratégicos, todavia foi um dos que ganhou notoriedade no meio de negócios devido a sua praticidade.

Os entrevistados 2, 3 e 5 destacam a necessidade de avaliar se de fato a blockchain deve ser aplicada a determinados contextos e problemas, uma vez que ela não é capaz de resolver todos os problemas do governo. Conforme o Entrevistado 5, “[...] tem que tomar cuidado nessa avaliação de quando usar blockchain”. Mesmo se tratando de uma tecnologia de grande potencial, é necessário avaliar o nível de esforço para construir uma solução em blockchain ou utilizar uma solução mais simples e que irá alcançar o mesmo desempenho.

O TCU, 2020, com o intuito de auxiliar os gestores na tomada de decisão se a adoção de blockchain pela organização é a melhor opção para a organização, elaborou uma árvore de decisão que avalia a necessidade de uma DLT ou uma blockchain para a organização. Conforme a Figura 14, trata-se de perguntas direcionadas para o gestor avaliar se a finalidade desejada vai ao encontro do melhor uso da tecnologia. Destaca-se que essas perguntas não são regras invioláveis, mas sim orientações e perguntas que não são de cunho exclusivamente técnico. Logo, refere-se a uma ferramenta apenas para orientação.

Figura 14 – Árvore de decisão quanto à necessidade de utilizar a tecnologia blockchain/DLT

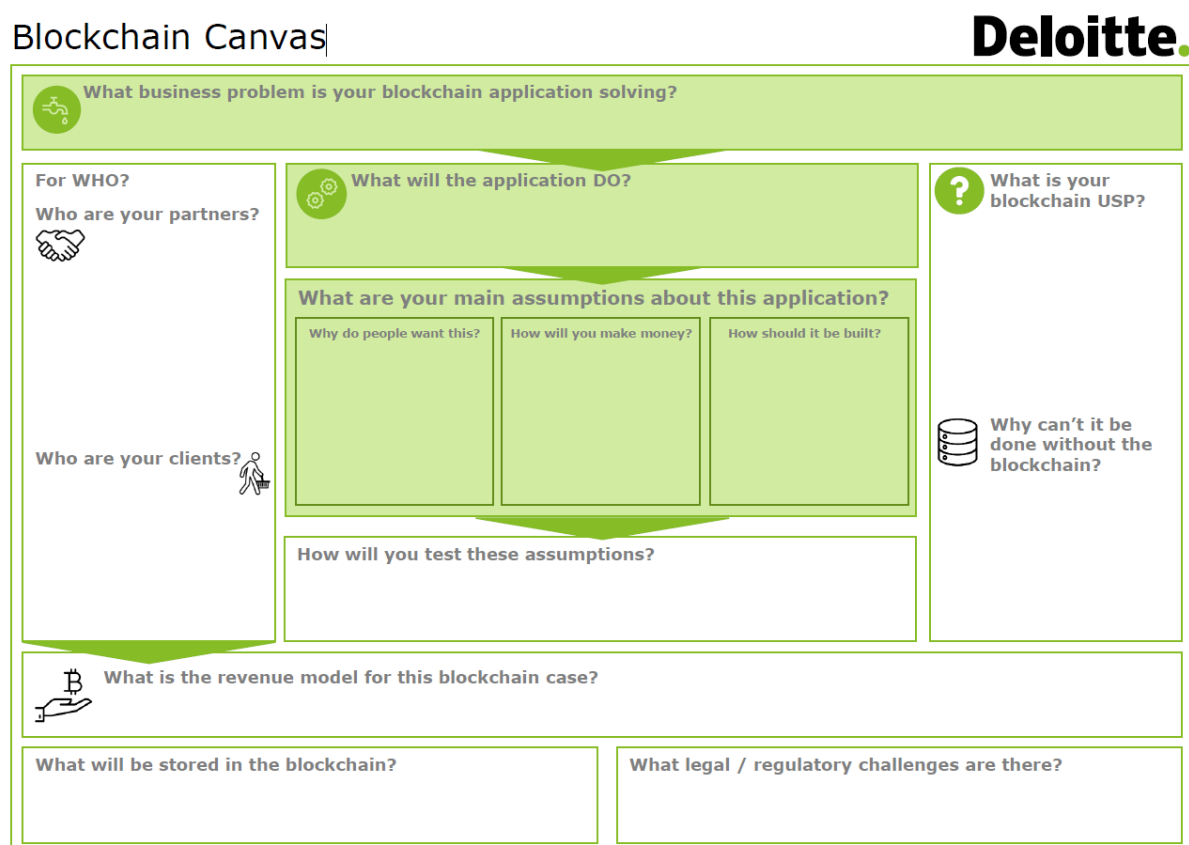


Fonte: TCU, 2020, adaptado.

Após essa análise de viabilidade da blockchain, outros instrumentos foram elaborados para auxiliar os gestores na implementação de fato. Uma vez que a decisão foi tomada, é necessário iniciar o planejamento para a implementação da tecnologia. Algumas instituições propuseram modelos que têm como objetivo orientar os gestores sobre quais pontos devem ser levados em consideração nesse momento.

A Deloitte (2019) apresentou, durante um de seus fóruns de inovação, em Amsterdã, um modelo de canvas para a adoção de blockchain, conforme Figura 15. Trata-se de um modelo com tendências mais para o mercado privado que para o público. Todavia, é um modelo representativo com informações relevantes e contribui para a discussão sobre ferramentas orientadoras para adoção de blockchain.

Figura 15 - Blockchain Canvas



FONTE: Deloitte (2019)

Em 2019, o Instituto de Tecnologia e Sociedade do Rio (ITS Rio) lançou também um *framework* inspirado no modelo do model canvas para aplicação de blockchain. Segundo a instituição, o modelo proposto por eles tem por objetivo criar um fluxo de validação de hipóteses e fatores indispensáveis para a aplicação da

tecnologia e o aproveitamento do máximo de desempenho da tecnologia. A organização criou uma ordem similar ao preenchimento do modelo de Osterwalder e Pigneur (2011), todavia o ponto de partida é o ativo que será registrado. Além disso, o modelo conta com duas dimensões de análises, uma subjetiva, representada pelos números 2, 3, 4 e 9, e outra objetiva, representada pelos números 5, 6, 7 e 8. A Figura 16 apresenta o modelo de canvas utilizado pelo ITS Rio.

Figura 16 – Modelo Canvas de aplicações blockchain

Canvas de aplicações blockchain				
Nome da aplicação			Finalidade da aplicação	
7. Requisitos de Governança Todos os recursos-chave ao funcionamento do serviço, como e o quanto cada um deve ser protegido	6. Requisitos de Escalabilidade Todas as atividades-chave ao funcionamento do serviço, bem como a escala que se espera dele.	1. Ativo Um ou mais registros em sua blockchain ou contrato inteligente estão buscando operacionalizar. Exemplos variam de diamantes cuja cadeia de produção possui rastreabilidade em blockchain até registros de criação para fins de garantia de propriedade intelectual.	3. Governança Trata-se dos incentivos econômicos que assegurem o funcionamento da blockchain de modo a corresponder às expectativas necessárias para a aplicação quanto a segurança, escalabilidade e descentralização.	2. Partes interessadas 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 blockchain.
5. Requisitos de Segurança Todos os recursos-chave ao funcionamento do serviço, como e o quanto cada um deve ser protegido		4. Tecnologias adicionais 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.		
8. Fatores de custo Todos os principais custos que têm peso no financeiro e são derivados da construção e/ou da manutenção da aplicação			9. Fatores de receita Todas as principais economias ou novas receitas consequentes da adoção da aplicação	

FONTE: Instituto de Tecnologia e Sociedade do Rio (2019)

Contudo, nenhum desses modelos leva em consideração aspectos relacionados ao processo de adoção tecnológica. Ambos ponderam algumas informações, entretanto as perguntas são voltadas para a dimensão técnica, não levando em consideração outras dimensões relevantes como, por exemplo, a dimensão organizacional e de pessoas. Por esse motivo, elaborou-se um modelo que busca, de forma mais completa, levar em consideração as dimensões destacadas no

modelo de adoção. Por compreender que o processo de adoção é multidimensional, abarcar apenas a dimensão tecnologia e negligenciar as demais pode ser um risco.

Assim sendo, baseando-se na bibliografia levantada, no conteúdo das entrevistas colhidas e das informações de boas práticas da DBC, propõe-se o Canvas para Adoção Tecnológica de Blockchain, conforme Figura 17 ³.

Figura 17 – Canvas para Adoção Tecnológica de Blockchain

Qual problema a blockchain irá resolver?		Resultados Esperados (se o projeto for implementado com sucesso o que irá acontecer?)		Em qual negócio a blockchain está sendo aplicada?		Fonte de Recursos / estimativa de valores		Patrocinadores do projeto (Alta Gestão)		Resultados esperados pelos patrocinadores	
Por que tem que ser blockchain e não outra tecnologia?		Propriedades mais relevantes <input type="radio"/> Transparência e auditabilidade <input type="radio"/> Integração de base de dados <input type="radio"/> Automação de transações e processos <input type="radio"/> Imutabilidade da informação <input type="radio"/> Autenticação das transações		Quais processos, procedimentos, arranjos serão impactados / resenhados pela adoção de blockchain?		Com quem podemos aprender a fazer o que estamos querendo fazer? (Benchmarking)		Quais organizações e/ou empresas podem ser parceiras no desenvolvimento do projeto?			
Plataformas a serem testadas		Quem fará parte da rede? Acessará a rede?		Quais bases de dados serão integradas?		INCUBAÇÃO plano de prototipação da aplicação de blockchain				Quais conhecimentos serão necessários para desenvolver o projeto	
<input type="radio"/> pública <input type="radio"/> privada <input type="radio"/> híbrida		Organizações que serão nós da rede		O que será deverá ser registrado, validado, auditado pela Blockchain?		o que será testado?		como será testado?		onde será testado?	
Equipe técnica de blockchain		Áreas/equipes/pessoas que deverão compor a equipe do projeto		A equipe selecionada precisa ser qualificada com quais conhecimentos?		Instituições de Ensino que podem ser parceiras do projeto					
Arcabouço legal vigente		Arcabouço que precisa ser atualizado		Questões que precisam ser regulamentadas		Risco / oportunidades		Após essa análise o projeto se mostrou viável? <input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Sim, mas com ressalvas. Quais? <input type="radio"/> Não			

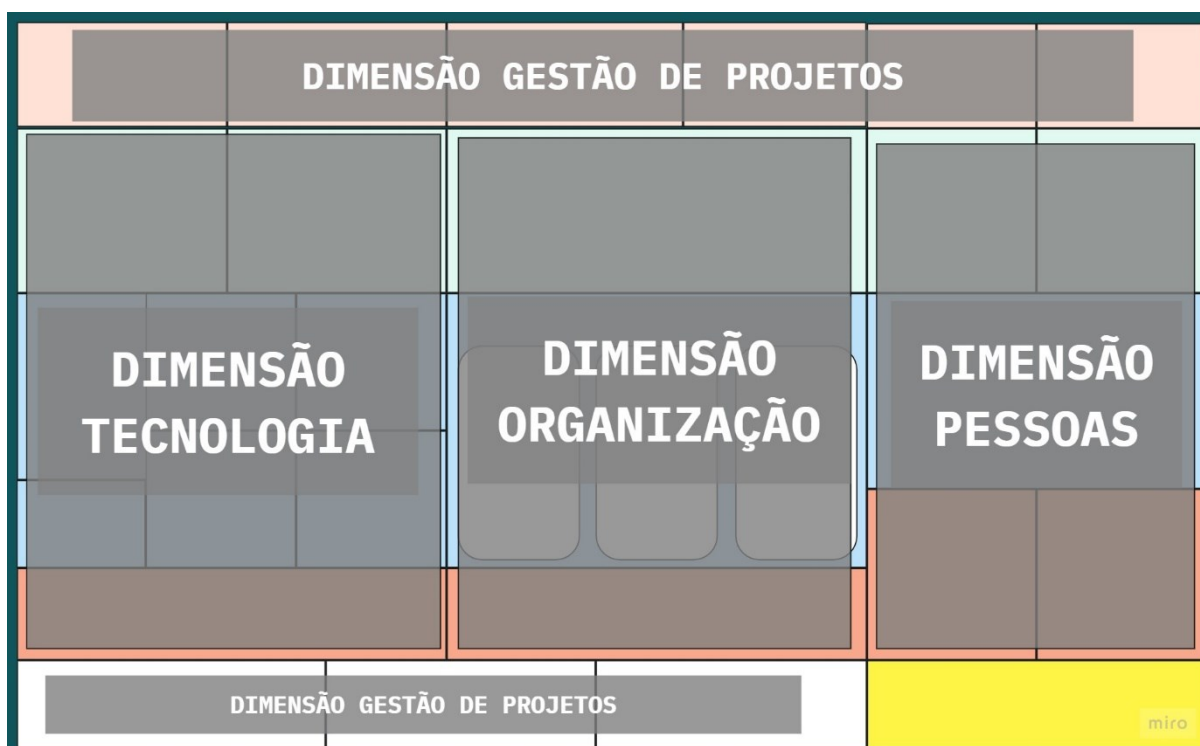
Fonte: Elaboração Própria

Há de se reconhecer que o modelo de adoção possui uma quantidade maior de campos que os outros modelos de canvas relacionados à blockchain. Todavia, buscou-se, nesse primeiro momento, atender a todas as dimensões, com as informações que foram consideradas mais relevantes. Ressalta-se que os campos aqui postos não têm por objetivo substituir toda a complexidade que cada uma das dimensões da adoção possui. Os campos selecionados foram considerados os mais relevantes para serem observados em um primeiro momento de planejamento, sendo necessário, após confirmação da viabilidade do projeto, aprofundar mais em cada uma delas.

3 O modelo foi inserido no apêndice C em tamanho maior para facilitar a visualização.

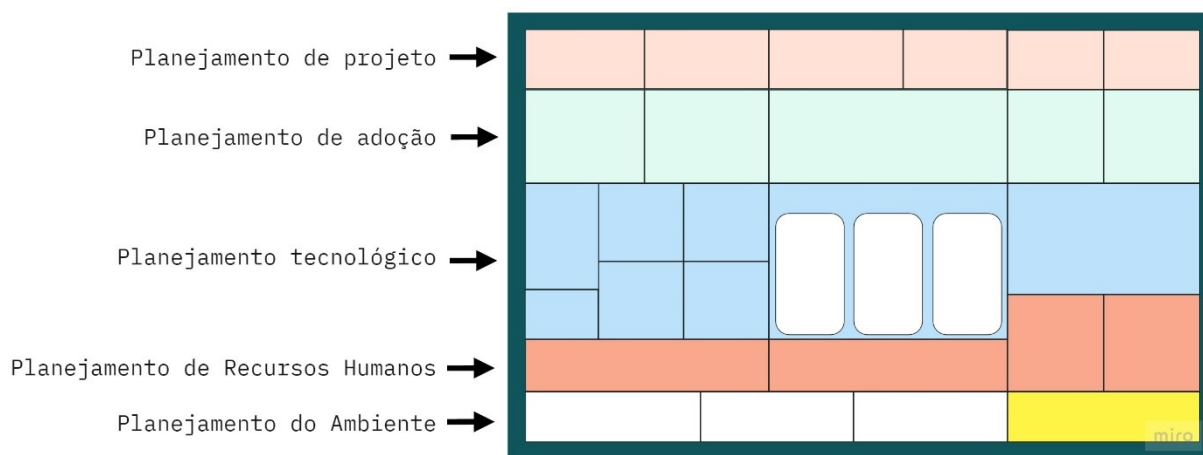
Trata-se de um instrumento elaborado para apoiar o gestor na tomada no planejamento e na tomada de decisão. Diferente dos outros modelos apresentados, esse modelo em questão não aborda, profundamente, os requisitos técnicos. Essa é a principal diferença do modelo desenvolvido por este trabalho dos demais instrumentos já publicados. A Figura 18 divide o canvas de acordo com as dimensões do modelo de Holotiuk e Moormann (2018).

Figura 18 – Dimensões da adoção no modelo canvas



Fonte: Elaboração própria.

Orienta-se que o modelo seja preenchido sempre da esquerda para a direita e após preencher as linhas ir para a linha de baixo. As linhas representam o tipo de planejamento que está sendo tratado, sendo eles: planejamento de projeto, de adoção, tecnológico, de recursos humanos e legal. A Figura 19 indica como se dá a distribuição dos planejamentos por linha. Destaca-se que o último quadro da linha referente ao planejamento é um quadro conclusivo sobre a definição da viabilidade do projeto, esse que será explicado ao final dessa seção.

Figura 19 – Planejamento por Linhas

Fonte: elaboração própria

A linha planejamento de projeto tem por objetivo capturar quais são as informações mais relevantes do ponto de vista da gestão, como, por exemplo: quais problemas a blockchain irá resolver, resultados esperados, em qual negócio será aplicado, fontes de recursos, patrocinadores e quais os resultados esperados pelos patrocinadores. O último item é relativamente estratégico, uma vez que esses resultados esperados pelos patrocinadores são os resultados que agregam valor diretamente para eles, sendo importante que a gestão do projeto esteja atenta a alcançar esses resultados no curto prazo, para garantir o apoio, ou, pelo menos, alcançá-los de forma preliminar.

O planejamento de adoção leva em consideração quais são as informações nas três dimensões que são relevantes para uma primeira análise de viabilidade de fato da adoção, destacando o porquê da tecnologia, quais os aspectos mais relevantes dela, e, ao mesmo tempo, analisar qual o nível de esforço a organização deverá fazer para acomodar a tecnologia e quais as parcerias serão necessárias. A linha de planejamento de adoção, assim como as duas seguintes, são transversais e atendem as três dimensões de tecnologia, organização e pessoas.

O planejamento tecnológico busca avaliar quais os aspectos técnicos serão necessários para a adoção e como serão utilizados, além de pré-definir o que será testado na incubação e quais conhecimentos são necessários para sustentar esse planejamento tecnológico. Essa linha conta com um espaço para os gestores apresentarem qual será a primeira premissa do projeto de blockchain a ser testado; é importante ter isso em mente visto que é a apresentação de resultados no curto prazo

é um importante marco para o processo de adoção avançar. Além disso, recomenda-se que a fase de incubação persiga alguns dos resultados esperados da alta administração a fim de consolidar o apoio do nível estratégico.

O planejamento de recursos humanos é estratégico para a adoção tecnológica pela organização. Como visto na fala dos Entrevistados 4 e 5 do Governo de Minas Gerais, e destacado pelo entrevistado da DBC, qualificar pessoas é um ponto estratégico. Além do mais, a falta de pessoas qualificadas pode ser tornar um desafio e a disponibilidade de mão-de-obra qualificada pode significar maior capacidade operacional e mais projetos sendo desenvolvidos simultaneamente.

A linha de planejamento ambiental leva em consideração dois pontos importantes: aquilo que se sabe e o que ainda não se sabe. Os campos relacionados à legislação são os campos que são conhecidos, seja da legislação que existe, a que precisa ser alterada ou daquilo que ainda precisa ser regulamentado. Trata-se de fatos dados, que devem estar claros para o gestor que irá realizar a adoção. O campo de risco e oportunidades refere-se ao que ainda não se sabe, são pontos mapeados, mas que ainda não se converteram em fato dado, ou seja, não há certeza, apenas se pode mapear e acompanhar. Os riscos devem estar claros para o gestor, assim como as oportunidades, para as quais deve que ser realizado um planejamento específico para não perder nenhuma oportunidade benéfica para o processo de adoção.

Por fim, o último campo, à extrema direita, refere-se a decisão a ser tomada pelos envolvidos sobre a viabilidade ou não da adoção de blockchain. A árvore de problemas auxilia o gestor a decidir se a tecnologia é viável, contudo, o canvas de adoção tem o papel de expor o cenário macro relacionado à adoção tecnológica. Esse campo tem por objetivo definir se o processo seguirá dali e ganhará forma, mais informações e pesquisas, ou se, devido a complexidade demonstrada, não é viável naquele momento dar andamento à adoção da blockchain. O campo conta com três respostas “sim”, “não” e “sim, com ressalvas”, sendo esse último um campo onde os gestores entendem como relevante dar prosseguimento à adoção tecnológica da blockchain, todavia, destacam a importância de mais informações, planejamento mais aprofundado sobre um determinado tema, recursos, dentre outros motivos que podem ser apresentados no momento da análise.

Em suma, como já apresentado anteriormente, este canvas busca consolidar o conhecimento adquirido ao longo do trabalho em um formato visual para auxiliar os gestores a analisarem todas as dimensões de uma adoção de blockchain. Ele não

esgota a discussão e a necessidade de informações mais robustas sobre cada dimensão, todavia, destacam os pontos de primeira ordem. Além do mais, o objetivo desta proposta é colaborar com a produção de conhecimento e para aperfeiçoamentos futuros.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou compreender como a blockchain pode ser utilizada pelo Governo de Minas Gerais para modernizar a gestão da cadeia de carvão vegetal, a exemplo de iniciativas do governo holandês. Além da revisão bibliográfica, um dos meios utilizados para responder a esse problema de pesquisa foi a realização de entrevistas semiestruturadas com gestores públicos de Minas Gerais que atuam na gestão da cadeia de carvão, na gestão de TIC, na inovação tecnológica do Estado e com um representante do governo holandês que atua na DBC. Essas entrevistas tinham como função primordial contribuir para alcançar o objetivo geral de identificar como o Estado de Minas Gerais pode adotar a blockchain como tecnologia para melhorar a gestão da cadeia de carvão a fim de alcançar resultados mais confiáveis, a partir da experiência do governo holandês por meio da *Ducth Blockchain Coaliton* (DBC) que utiliza blockchain para resolução de problemas públicos.

Entende-se que o objetivo geral foi alcançado com êxito. Além disso, as entrevistas foram fundamentais para atingir os objetivos secundários, sendo um relacionado à aderência da tecnologia ao contexto mineiro e na elaboração de um modelo para auxiliar gestores na adoção de blockchain. Constatou-se que a blockchain é aderente como solução para os problemas encontrados na gestão da cadeia do carvão e uma vantagem competitiva para as empresas.

Para a análise dos dados, foi utilizado o modelo conceitual de adoção organizacional de Holotiuk e Moormann (2018) que leva em consideração as dimensões tecnologia, pessoas, organização, gestão de projetos e ambiente no processo de adoção tecnológica. Contudo, a dimensão ambiente não fez parte da composição do roteiro de entrevistas por questões metodológicas.

As informações colhidas a partir das entrevistas foram agrupadas conforme cada uma das dimensões e foram confrontados os desafios vivenciados pelos servidores mineiros com as respostas do representante da DBC. Esse formato de análise permitiu identificar quais são as possíveis soluções para os desafios mineiros por dimensão.

Os principais achados se referem à dimensão tecnologia e pessoas. No que diz respeito à tecnologia, é possível apontar que o modelo holandês de adoção trata cada projeto como único, levando em consideração quais são as ferramentas

disponíveis que podem ser usadas e trarão o melhor retorno. Logo, não há resposta para qual é a melhor tecnologia de blockchain a ser utilizada, mas sim a que melhor se encaixa nas circunstâncias. Essa resposta é dada como relevante, uma vez que quebra o paradigma de buscar uma solução única para ser adotada pelo governo mineiro. Essa perspectiva holandesa pode ser importante para dar agilidade no processo de adoção de blockchain por Minas Gerais, dado que é possível avançar em diferentes projetos, sem esperar que haja uma plataforma única para ambos.

Contudo, a liberdade de escolha não significa criar projetos que não se comunicam. A blockchain é uma tecnologia relevante, também por sua capacidade de acessar de forma segura diversas bases de dados. Logo, a possibilidade de escolher diferentes plataformas não significa uma anarquia na produção de redes blockchain ou a ausência de uma visão estratégica global da organização. Há sim a necessidade de pensar formas que os projetos se conectem, caso contrário, corre-se o risco de estar criando *cluster* de blockchain isolados um dos outros.

Uma segunda solução é a criação a carteira de dados. Bancos de dados com definições e qualificações claras para acesso. A criação de uma regra clara para acesso aos dados facilita que novos projetos sejam estruturados, bem como a criação e utilização de *frameworks* seguros e eficientes.

A Holanda colhe os frutos produzidos ao longo dos anos pela interação entre governo, instituições de ensino e empresas. O modelo da tríplice hélice holandês ficou nítido quando o Entrevistado 6 explicou como alguns projetos são criados e conduzidos, e, ao ser questionado sobre se os demais eram assim, ele respondeu “é uma abordagem típica holandesa”. Essa cultura impacta diretamente a dimensão pessoas, visto que se trata de qualificação da equipe que irá participar do processo de adoção tecnológica, transferência de conhecimento, conexão com outras organizações e ações de inovação aberta.

A proximidade do governo holandês com as universidades é um fator estratégico para a adoção de novas tecnologias, tanto do ponto de vista de pesquisa e desenvolvimento, quanto da qualificação da mão de obra existente e da preparação de novos membros para as equipes. Formar o profissional ainda na universidade com habilidades essenciais para a adoção de uma tecnologia de ponta é um fator crítico. Assim sendo, a Holanda consegue não só ter mão de obra especializada para o presente, mas também para o futuro.

Certamente, a maior contribuição da experiência holandesa para os mineiros é na dimensão pessoas. Os holandeses têm uma forte relação com a produção e difusão de conhecimento, conforme afirmou o Entrevistado 6. Esse ponto é relevante para o processo de adoção de blockchain. Conforme a literatura aponta, na medida que a equipe envolvida no processo de adoção tecnológica se apropria das possibilidades e propriedades da blockchain, tem-se um aumento de proposições, de acertos e de avanços no desenvolvimento da tecnologia. É essa qualificação da equipe, principalmente a de negócios, que permite criar os especialistas em soluções em blockchain.

Outro ponto é a necessidade do Governo de Minas Gerais se aproximar das universidades e centros de educação. Em nenhum momento da pesquisa ou das entrevistas foi citada alguma iniciativa realizada em conjunto com alguma instituição de ensino. A partir dos resultados holandeses, principalmente com relação às afirmações do Entrevistado 6 sobre o fato das universidades se especializarem em determinados tipos de plataformas ou em processos que envolvem a blockchain, por exemplo, jurídicos, ter universidades com grande conhecimento em determinadas soluções em blockchain facilita o processo de desenvolvimento de soluções em blockchain. Essa facilidade seria obtida devido à terceirização da produção intensa de conhecimento, os servidores ficariam responsáveis por uma parte menor dessa produção, podendo dedicar mais tempo a outras atividade relacionadas ao desenvolvimento interno da solução e à adoção tecnológica.

As dimensões de organização e gestão de projetos foram menos relevantes para esse trabalho. A dimensão organização pode ser considerada a que menos teve uma relação entre desafios vivenciados pelos servidores mineiros e o que foi respondido pelo entrevistado 6. A dimensão gestão de projetos também demonstrou uma baixa aderência devido ao modelo como cada experiência iniciou seu processo de adoção. A experiência holandesa de adoção de blockchain é *top down*, enquanto o modelo mineiro tem sua origem no nível operacional, *bottom up*. Como estratégia para acelerar o ritmo de adoção das organizações e superarem possíveis problemas e dúvidas sobre a tecnologia, os holandeses criaram uma rede de líderes capazes de influenciar os chefes de outras organizações a também adotarem a blockchain. Mesmo que Minas Gerais tenha inserido a blockchain em seu plano estratégico de TIC, pode ser relevante adotar uma tática semelhante ao da DBC, com a criação de grupos de lideranças influentes.

Este trabalho buscou avançar com a teoria sobre adoção tecnológica, dessa forma, destaca-se as seguintes contribuições como as mais relevantes para a literatura clássica, sendo elas: a proposta de processo de adoção tecnológica adaptado de Damanpour e Schneider (2006), Beck e Müller-Bloch (2017) e Stouten *et al.* (2018); a proposição de análise de inovação a partir da curva S ampliada; reaplicação do modelo de adoção organizacional de Holotiuk e Moormann (2018) e a criação do canvas de adoção de blockchain. Como destacado na literatura e neste trabalho, há uma bibliografia vasta e consolidada sobre mudança organizacional, contudo existem algumas divergências conceituais para definir o processo de adoção tecnológica. Buscou-se, então, o alinhamento com as bibliografias que demonstraram um grau de impacto mais significativo e adaptar os diversos conceitos postos, de forma que fosse possível colocá-los em um único modelo a orientar o processo de adoção tecnológica. Não se trata de uma novidade de conceitos, contudo, torna-se uma contribuição para a literatura de mudança organizacional e adoção tecnológica. Inclusive, essa proposta mostrou-se relevante para discutir de forma conceitual a construção da curva S ampliada.

A curva S é um modelo já discutido em outros trabalhos acadêmicos sobre inovação, desenvolvimento de tecnologias e produtos. Contudo, não foi encontrado na literatura clássica algum outro trabalho que utilizasse a curva S para analisar a trajetória de desenvolvimento de uma tecnologia em organizações e que discutisse também a influência da adoção organizacional sobre esse processo.

Durante as pesquisas, foram encontradas dificuldades de discutir o desenvolvimento de uma nova tecnologia em uma organização. Nesse sentido, foi identificado que a bibliografia levantada até determinado momento da pesquisa não seria suficiente para dar sustentação para toda a discussão desejada para o trabalho. Dessa forma, o campo de buscas foi ampliado para mudança organizacional e, ao encontrar o trabalho de Drummond *et al.* (2017) e Holotiuk e Moormann (2018), foi possível perceber que também seria necessário discutir a influência da adoção organizacional da tecnologia antes do desenvolvimento. Durante o estudo sobre o como se desenvolveu o processo de formação da DBC, identificou-se uma convergência entre a prática e a literatura sobre adoção tecnológica.

A partir desse cenário, a pesquisa foi concentrada no processo de adoção, abandonando a linha de pesquisa voltada apenas para o desenvolvimento da tecnologia. Ao buscar a bibliografia sobre trajetória tecnológica, foi encontrada a curva

S, todavia, levando em consideração apenas a trajetória de desenvolvimento da tecnologia, e não os processos de adoção tecnológica.

Em função disso, foi elaborada uma proposta de curva S que levasse em consideração o processo de adoção tecnológica. O desenvolvimento tecnológico é um processo multidimensional que se inicia na adoção tecnológica e termina na fronteira de desenvolvimento da tecnologia. Posto isso, criou-se a representação da curva S ampliada conforme apresentado ao longo deste trabalho. Ademais, a curva S ampliada foi utilizada para identificar e qualificar os momentos distintos em que se encontram Minas Gerais e Holanda.

Tal representação tem o objetivo de contribuir com a produção de conhecimento sobre adoção organizacional de tecnologias, principalmente, voltada para novas tecnologias como blockchain, IoT, Big Data, computação em nuvem, inteligência artificial, dentre outras que ainda são emergentes ou estão apenas na fase da pesquisa básica.

Holotiuik e Moormann (2018) e Clohessy e Acton (2019) destacam que ainda existem poucas bibliográficas que discutem a adoção organizacional de blockchain, sendo que nenhum desses autores estudou tal processo no setor público. Portanto, este trabalho se coloca no grupo de pioneiros na discussão do tema adoção de blockchain e, provavelmente, o primeiro a abordar o processo de adoção tecnológica em governos, inclusive de forma comparada.

Nessa mesma linha, este trabalho reaplicou o modelo de análise de adoção organizacional de tecnologia elaborado por Holotiuik e Moormann (2018) em seu trabalho sobre adoção de blockchain por organização financeiras. Como contribuição, observou-se que o modelo também é válido para governos e organizações como a DBC.

Como última contribuição à literatura, foi elaborado um modelo de canvas para apoiar os gestores no processo de adoção tecnológica de blockchain. Trata-se de um *framework* baseado na revisão bibliográfica, além do conter as boas práticas de adoção de blockchain citadas pelo entrevistado da DBC. Esse modelo tem por objetivo contribuir não só com a literatura clássica, mas com ações práticas de adoção de blockchain pelas organizações.

Como apresentado ao longo do trabalho, o Governo de Minas Gerais está em uma fase inicial da adoção de blockchain, assim sendo, a pesquisa aqui realizada, se apresenta como uma importante bibliografia para auxiliar os gestores públicos na

condução desse processo, principalmente por apresentar boas práticas do governo holandês para adoção e desenvolvimento de projetos em blockchain que podem ser adaptadas ao contexto mineiro. Além disso, o trabalho destaca a importância de se atentar para as dimensões envolvidas na adoção tecnológica. Além de tudo, confirma-se como vantajosa a adoção da blockchain pelo governo estadual.

Recomenda-se, também, que a organização e seu gestores avaliem parcerias com universidades, tanto para auxiliar no desenvolvimento das aplicações e ampliar as pesquisas sobre a tecnologia, quanto para produzir qualificações para os gestores públicos, sejam voltadas para colaboradores da parte técnica ou de negócios.

Uma outra implicação do ponto de vista organizacional é a possibilidade de criação de um grupo interdisciplinar para discutir a adoção de blockchain, não só no projeto da gestão da cadeia do carvão, mas em outras cadeias e serviços que possam ser melhorados com o uso da tecnologia. Esse grupo pode ser inspirado no modelo de coalizão da DBC com membros do governo estadual das secretarias de Planejamento e Gestão, Desenvolvimento Econômico na Subsecretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação, Prodemge, representantes de instituições de ensino superior e empresas de base tecnológicas. O objetivo seria desenvolver soluções que melhorem a vida do cidadão e que fomentem o desenvolvimento econômico.

Caso a opção da Coalizão Mineiro de Blockchain seja aceita, recomenda-se realizar um *roadmap* de adoção de blockchain pelo Governo de Minas Gerais, em formatos similares ao que foi realizado pela Austrália. O modelo australiano levou em consideração toda a cadeia produtiva e serviços que poderiam ser melhorados com a adoção de blockchain pelo governo.

Como implicações para os gestores, especificamente, fica a utilização do canvas para auxiliá-los durante o processo de adoção tecnológica. Como dito, trata-se de uma ferramenta que foi elaborada baseada na bibliografia sobre blockchain, adoção tecnológica e melhores práticas realizadas pela DBC.

5.1 Limitações

O referencial teórico elaborado concentrou-se em apresentar aspectos operacionais e gerenciais da blockchain, não se aprofundando em aspectos técnicos relacionados à área ciência da computação, programação etc. Assim sendo, o estudo se limita a discutir seu uso do ponto de vista da aplicação gerencial, não aprofundando

em aspectos relacionados à capacidade computacional envolvida no processo de adoção, de prontidão tecnológica e infraestrutura de TI. Inclusive, tais aspectos referentes ao Governo de Minas Gerais também não foram avaliados e nem considerados para a pesquisa.

Além disso, o projeto de adoção de blockchain lançado pelo governo mineiro não foi analisado por ser considerado ainda em estágio embrionário. Além do que, não foram encontrados materiais, para além da notícias dos sites oficiais, que pudessem subsidiar um estudo qualificado do projeto lançado em setembro de 2020 pela Semad.

Outra limitação está na utilização de um único caso de adoção de blockchain por governos. O autor buscou contato com representantes dos governos de Dubai e Australian, todavia não houve retorno. Dessa forma, a pesquisa se concentrou unicamente na Holanda, o que não permite fazer generalizações, apenas considerar que as práticas apresentadas são relevantes ou não ao contexto mineiro. Aliás, foi realizada apenas uma entrevista com o representante do governo holandês, o que pode enviesar ainda mais a percepção sobre boas práticas para adoção tecnológica. A visão de um único indivíduo, mesmo que confrontada com a literatura e documentos produzidos pela DBC, não se esvai de vieses e contextos.

5.2 Pesquisa Futura

Como pesquisa futura, a primeira indicação é realizar uma nova pesquisa de boas práticas internacionais de adoção de blockchain, todavia, pesquisando em pelo menos três países diferentes e com mais entrevistados, se possível em cada país. O objetivo é conseguir absorver o máximo de conhecimento e reduzir, na medida do possível, o viés individual dos entrevistados. Recomenda-se utilizar o modelo de adoção organizacional de tecnologia de Holotiuk e Moormann (2018) como categoria de análise e para facilitar a comparação entre os diferentes processos de adoção.

Uma segunda pesquisa seria utilizar o modelo de Holotiuk e Moormann (2018) para analisar futuramente como se deu o processo de adoção de blockchain da gestão da cadeia do carvão vegetal em Minas Gerais e avaliar como foi o processo à luz de cada uma das dimensões. Posteriormente, utilizar a curva S ampliada para avaliar como se deu a trajetória do governo estadual ao longo do tempo quanto a adoção de blockchain.

No mais, recomenda-se utilizar o canvas de adoção de blockchain como instrumento de pesquisa. Aplicá-lo em diferentes projetos e/ou governos que estiverem realizando um processo de adoção tecnológico de blockchain de forma a testar sua usabilidade, funcionalidade e validá-lo ou não como instrumento de planejamento. O ideal é que ele seja utilizado por diferentes equipes, independentemente de ser na mesma organização.

5.3 Conclusão da Pesquisa

Em suma, este trabalho se alinha à bibliografia sobre a necessidade de atualizar a burocracia a fim de alcançar melhores resultados e recuperar a credibilidade do governo junto ao cidadão. Logo, entende-se que esse caminho passa pela inovação, e neste caso, pela inovação tecnológica. A adoção de blockchain se mostra uma alternativa viável para a gestão da cadeia do carvão vegetal quando analisada a bibliografia sobre as propriedades de blockchain e seu possível uso no setor público destacado por Moura *et al.* (2020).

Portanto, conclui-se que a blockchain pode auxiliar a gestão da cadeia de carvão vegetal a alcançar melhores resultados enquanto combate as tentativas de fraudes do devido processo legal. Todavia, entre a constatação aderência da tecnologia e seu pleno funcionamento existe o processo de adoção tecnológica, que é um fator fundamental para retirar da tecnologia todo seu potencial. Em vista disso, a busca por melhores práticas de adoção tecnológica é uma forma de auxiliar o governo mineiro a avançar de forma assertiva em seu processo de adoção de blockchain.

Em conclusão, entende-se que Minas Gerais pode se valer das experiências holandesas quanto ao desenvolvimento de grupos ágeis de desenvolvimento de projetos em blockchain, utilizando as plataformas necessárias de acordo com o contextos, e se valer do conhecimento das universidades para facilitar e avançar com seu processo de adoção tecnológica de blockchain. A adoção de tal tecnologia é de fato solução aos problemas enfrentados pela gestão da cadeia de carvão vegetal em Minas Gerais.

Em suma, o estudo contribui para literatura de adoção tecnológica em governos, especificamente quanto a adoção de blockchain. Por conseguinte, o trabalho também contribui com a relevância de vincular adoção tecnológica à

desenvolvimento tecnológico. Como produto de todo conhecimento gerado neste trabalho, deixa-se o canvas de adoção de blockchain como a principal contribuição prática para auxiliar organizações, gestores e academia.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ADNER, Ron; KAPOOR, Rahul. **Innovation ecosystems and the pace of substitution**: re-examining technology s-curves. *Strategic Management Journal*, [S.L.], v. 37, n. 4, p. 625-648, 16 mar. 2015. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/smj.2363>. Acesso em: ?
2. AGÊNCIA MINAS (Minas Gerais). SEI MG completa dois anos com redução de 52,5% em gastos com itens de escritório. 2019. Disponível em: <http://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticia/sei-mg-completa-dois-anos-com-reducao-de-52-5-em-gastos-co>. Acesso em: 03 mar. 2021.
3. AGÊNCIA MINAS (Minas Gerais). Agência Minas. **Romeu Zema detalha situação fiscal do Estado e pede apoio e união aos Poderes para superar crise econômica**: Governador explica queda da arrecadação por causa do coronavírus e dificuldade em manter pagamentos em dia. Agência Minas, Belo Horizonte, 15 maio 2020a. Disponível em: <http://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticia/romeu-zema-detalha-situacao-fiscal-do-estado-e-pede-apoio-e-uniao-aos-poderes-para-superar-crise-economica>. Acesso em: 25 jul. 2020.
4. AGÊNCIA MINAS (Minas Gerais). **Cadeia produtiva do carvão em Minas será monitorada por tecnologia blockchain**. 2020b. Disponível em: <http://agenciaminas.mg.gov.br/noticia/cadeia-produtiva-do-carvao-em-minas-sera-monitorada-por-tecnologia-blockchain>. Acesso em: 09 mar. 2020.
5. ALBURY, David. **Creating the Conditions for Radical Public Service Innovation**¹. *Australian Journal Of Public Administration*, [S.L.], v. 70, n. 3, p. 227-235, set. 2011. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-8500.2011.00727.x>.
6. ALCANTARA, Lucas Teles de *et al.* **Uso da tecnologia Blockchain como instrumento de governança eletrônica no setor público**. In: II CONGRESSO INTERNACIONAL DE CONTABILIDADE PÚBLICA, 2., 2019, Lisboa. Trabalho. Lisboa: Lisboa: Ordem dos Contabilistas Certificados, 2019. v. 1, p. 1-27.
7. ALIAGA, Yoshitomi Eduardo Maehara; HENRIQUES, Marco Aurelio Amaral. **Uma comparação de mecanismos de consenso em blockchains**. In: ENCONTRO DE ALUNOS E DOCENTES DO DCA/FEEC/UNICAMP (EADCA), 10., 2017, Campinas. Anais [...] . Campinas: Unicamp, 2017. v. 1, p. 1-4.
8. ALVES, Paulo Henrique *et al.* Desmistificando Blockchain: Conceitos e Aplicações. In: MACIEL, Cristiano; VITERBO, José (ed.). **Computação e Sociedade**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Computação, 2020. p. 1-24. Disponível em: <http://www-di.inf.puc-rio.br/~kalinowski/publications/AlvesLNRLK20.pdf>. Acesso em: 20 set. 2020.
9. AMERICANO, Gustavo; FLECK, Denise. EXECUÇÃO DE ESTRATÉGIA SOB O PRISMA DE MUDANÇA ORGANIZACIONAL. **Revista de Administração Faces**

- Journal**, Belo Horizonte, v. 1, n. 13, p. 125-141, mar. 2014. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194031553008>. Acesso em: 10 jan. 2021.
10. BANNISTER, Frank. In Defence of Bureaucracy: governance and public values in a digital age. **Public Administration And Information Technology**, [S.L.], p. 27-47, 2017. Springer International Publishing. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-54142-6_3.
 11. BARKOV, Sergey Aleksandrovich *et al.* Features of innovation bureaucracy a Russia-based study. **Postmodern Openings**, [S.L.], v. 9, n. 2, p. 210-224, 10 jun. 2018. Asociação LUMEN. <http://dx.doi.org/10.18662/po/29>.
 12. BATUBARA, F. Rizal *et al.* Challenges of blockchain technology adoption for e-government. **Proceedings Of The 19Th Annual International Conference On Digital Government Research: Governance in the Data Age**, [S.L.], p. 1-9, 30 maio 2018. ACM. <http://dx.doi.org/10.1145/3209281.3209317>.
 13. BECK, Roman; MÜLLER-BLOCH, Christoph. Blockchain as Radical Innovation: a framework for engaging with distributed ledgers. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES, 50., 2017, Hawaii. **Proceedings [...]**. [S.L.]: Hicss, 2017. p. 5390-5399. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10125/41815>. Acesso em: 22 jan. 2021.
 14. BEKKERS, Victor.; EDELENBOS, Jurian.; STEIJN, Bram. Eds.). **Innovation in the public sector: linking capacity and leadership**. Governance and Public Management Series. New York: Palgrave Macmillan, 2011.
 15. BERRYHILL, Jamie *et al.* Blockchains Unchained: blockchain technology and its use in the public sector. **Oecd Working Papers On Public Governance**: OECD Publishing, Paris, n. 28, p. 1-53, 19 jun. 2018. Organisation for Economic Co-Operation and Development (OECD). <http://dx.doi.org/10.1787/3c32c429-en>.
 16. BEVIR, Mark, ed. 2007. **The Encyclopedia of Governance**. 2 Volumes. London: Sage Publications.
 17. BLIND, Knut. **The Impact of Regulation on Innovation**. Nesta: Working Paper, Rotterdam, v. 2, n. 12, p. 1-40, jan. 2012. Disponível em: https://media.nesta.org.uk/documents/the_impact_of_regulation_on_innovation.pdf. Acesso em: 01 set. 2020.
 18. BLOCKLAB (Holanda). **About Us**. 2021. Disponível em: <https://www.blocklab.nl/about/>. Acesso em: 24 mar. 2021.
 19. BNDES (Brasil). Ministérios da Economia. **Governança**. 2020. Disponível em: <http://www.fundoamazonia.gov.br/pt/fundo-amazonia/governanca/>. Acesso em: 28 out. 2020.
 20. BRANDÃO, Soraya Monteiro; BRUNO-FARIA, Maria de Fátima. **Inovação no setor público**: análise da produção científica em periódicos nacionais e internacionais da área de administração. *Revista de Administração Pública*, [S.L.], v. 47, n. 1, p. 227-

- 248, fev. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0034-76122013000100010>.
21. BRESSAN, Cyndia Laura. MUDANÇA ORGANIZACIONAL: uma visão gerencial. In: SEMINÁRIO DE GESTÃO DE NEGÓCIOS, 1., 2004, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: Fae, 2004. p. 1-14.
 22. CAVALCANTE, Pedro Luiz; CAMÕES, Marizaura Reis de Souza. GESTÃO PÚBLICA NO BRASIL: as inovações configuram um novo modelo?. In: CONGRESSO CONSAD DE GESTÃO PÚBLICA, 8., 2015, Brasília. **Anais [...]**. Brasília: Consad, 2015. p. 1-22.
 23. CAVALCANTE, Pedro; CUNHA, Bruno Queiroz. Introdução: É preciso inovar no governo, mas por quê?. In: CAVALCANTE, Pedro *et al.* **Inovação no setor público: teoria, tendências e casos no Brasil**. Brasília: Ipea, 2017. cap. 1, p. 15-32. ISBN 978-85-7811-313-1.
 24. CEPIK, Marco *et al.* Do novo gerencialismo público à era da governança digital. In: CEPIK, Marco; CANABARRO, Diego Rafael (org.). **Governança de TI: transformando a administração pública no Brasil**. Porto Alegre: Ufrgs, 2014. Cap. 1. p. 11-35. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/79095>. Acesso em: 30 set. 2020.
 25. CERIBELI, Harrison Bachion; MERLO, Edgard Monforte. MUDANÇA ORGANIZACIONAL: um estudo multicase. **Revista Pensamento Contemporâneo em Administração**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 134-154, jul. 2013.
 26. CLOHESSY, Trevor *et al.* Antecedents of blockchain adoption: an integrative framework. **Strategic Change**, [S.L.], v. 29, n. 5, p. 501-515, set. 2020. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/jsc.2360>.
 27. CLOHESSY, Trevor; ACTON, Thomas. Investigating the influence of organizational factors on blockchain adoption. **Industrial Management & Data Systems**, [S.L.], v. 119, n. 7, p. 1457-1491, 12 ago. 2019. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/imds-08-2018-0365>.
 28. COURA, Paula. **Atraso no pagamento da 1ª parcela é o maior já enfrentado por servidor de Minas**: Pagamentos de salários de abril só devem acontecer a partir desta sexta-feira (22). O Tempo, Belo Horizonte, ano 2020, 20 maio 2020. Política, Disponível em: <https://www.otempo.com.br/politica/atraso-no-pagamento-da-1-parcela-e-o-maior-ja-enfrentado-por-servidor-de-minas-1.2339720>. Acesso em: 24 jul. 2020.
 29. CRESWELL, John W.. **Projeto de Pesquisa**: métodos qualitativos, quantitativos e mistos. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007. 248 p. Tradução por Luciana de Oliveira da Rocha Consultoria, supervisão e revisão técnica desta edição: Maria Imilda da Costa e Silva.

30. CROSBY, Barbara C. *et al.* Public value creation through collaborative innovation. **Public Management Review**, [S.L.], v. 19, n. 5, p. 655-669, 25 ago. 2016. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/14719037.2016.1192165>.
31. DAMANPOUR, Fariborz; SCHNEIDER, Marguerite. Phases of the Adoption of Innovation in Organizations: effects of environment, organization and top managers1. **British Journal Of Management**, [S.L.], v. 17, n. 3, p. 215-236, set. 2006. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-8551.2006.00498.x>.
32. DELOITTE (Holanda). **Blockchain Canvas**. Amsterdã: Deloitte, 2019. Color. Disponível em: <https://www2.deloitte.com/nl/nl.html>. Acesso em: 20 set. 2019.
33. DEMIRCIOGLU, Mehmet Akif; AUDRETSCH, David B.. Conditions for innovation in public sector organizations. **Research Policy**, [S.L.], v. 46, n. 9, p. 1681-1691, nov. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2017.08.004>.
34. DIMITROV, Biser. **How Walmart And Others Are Riding A Blockchain Wave To Supply Chain Paradise**. 2019. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/biserdimitrov/2019/12/05/how-walmart-and-others-are-riding-a-blockchain-wave-to-supply-chain-paradise/?sh=19e1ca6e7791>. Acesso em: 21 fev. 2021.
35. DOMINGOS, Carlos. **Oportunidades disfarçadas**. Rio de Janeiro: Sextante, 2013. 304 p.
36. DRUMMOND, Pamella *et al.* Meeting halfway: assessing the differences between the perceptions of erp implementers and end-users. **Business Process Management Journal**, [S.L.], v. 23, n. 5, p. 936-956, 4 set. 2017. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1108/bpmj-05-2016-0107>.
37. DUTCH BLOCKCHAIN COALITION (Holanda). **About the Dutch Blockchain Coalition**. [S. I.], 2020. Disponível em: <https://dutchblockchaincoalition.org/en/>. Acesso em: 15 abr. 2020.
38. DUTCH BLOCKCHAIN COALITION (Holanda). **Blockchain for Good**. Amsterdã: Dutch Blockchain Coalition, 2018. 16 p.
39. ELDER, Jakob. Review of Policy Measures to Stimulate Private Demand for Innovation. Concepts and Effects. **Manchester Institute Of Innovation Research**, Manchester, v. 13, n. 13, p. 1-44, nov. 2013. Disponível em: https://media.nesta.org.uk/documents/review_of_policy_measures_to_stimulate_private_demand_for_innovation_concepts_and_effects.pdf. Acesso em: 12 set. 2020.
40. FERREIRA, Rodrigo *et al.* **Inovações Em Organizações Públicas: Estudo Dos Fatores Que Influenciam Um Ambiente Inovador No Estado De Minas Gerais**. INMR - Innovation & Management Review, v. 12, n. 3, p. 07-27, 29 set. 2015.

41. GARUD, Raghu *et al.* **The SAGE Handbook of Process Organization Studies: from the process of innovation to innovation as process.** Londres: Sage, 2017. 651 p. (In: LANGLEY, Ann; TSOUKAS, Haridimos (eds)).
42. GIESKE, Hanneke *et al.* The Impact of Innovation and Optimization on Public Sector Performance: testing the contribution of connective, ambidextrous, and learning capabilities. **Public Performance & Management Review**, [S.L.], v. 42, n. 2, p. 432-460, 10 ago. 2018. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/15309576.2018.1470014>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/citedby/10.1080/15309576.2018.1470014?scroll=top&needAccess=true>. Acesso em: 20 maio 2020.
43. GIL-GARCIA, J. Ramon *et al.* Digital government and public management research: finding the crossroads. **Public Management Review**, [S.L.], v. 20, n. 5, p. 633-646, 25 maio 2017. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/14719037.2017.1327181>.
44. HEMERSON, Landercy. **Operação cerca máfia do carvão.** 2011. Jornal Estado de Minas Gerais. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2011/07/26/interna_gerais.241624/operacao-cerca-mafia-do-carvao.shtml. Acesso em: 10 jan. 2021.
45. HAYES, Adam. **White Paper.** 2021. Revisados pela JULIUS MANSA. Disponível em: <https://www.investopedia.com/terms/w/whitepaper.asp#:~:text=A%20white%20paper%2C%20also%20written,offers%20or%20plans%20to%20offer..> Acesso em: 17 abr. 2021.
46. HOJE EM DIA (Minas Gerais). **Recuperação de biomas em Minas não acompanha o ritmo do desmatamento.** 2020. Disponível em: <https://www.hojeemdia.com.br/horizontes/recupera%C3%A7%C3%A3o-de-biomas-em-minas-n%C3%A3o-acompanha-o-ritmo-do-desmatamento-1.767510>. Acesso em: 10 jan. 2021.
47. HOLOTIUK, Friedrich; MOORMANN, Jürgen. ORGANIZATIONAL ADOPTION OF DIGITAL INNOVATION: the case of blockchain technology. In: EUROPEAN CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS, 26., 2018, Portsmouth. **Proceedings [...]**. Portsmouth: Aisel, 2018. p. 1-16. Disponível em: https://aisel.aisnet.org/ecis2018_rp/202/?utm_source=aisel.aisnet.org%2Fecis2018_rp%2F202&utm_medium. Acesso em: 20 jan. 2021.
48. HUGHES, Alastair *et al.* **Innovation in Public Sector Organisations: a pilot survey for measuring innovation across the public sector.** London: Nesta, 2011. 86 p. Disponível em: https://media.nesta.org.uk/documents/innovation_in_public_sector_orgs.pdf. Acesso em: 10 out. 2020.
49. IBA. Indústria Brasileira de Árvores. Relatório 2019. In: **Relatório 2019: report.** Minas Gerais: Indústria Brasileira de Árvores, 2019. Disponível em:

- <https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2020.
50. INOJOSA, Rose. (1998). **Intersectorialidade e a configuração de um novo paradigma organizacional**. Revista de Administração Pública - RAP, 35-48.
 51. INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS (Estado). **Portaria nº 28, de 28 de fevereiro de 2020**. Estabelece diretrizes para cadastro de plantio e colheita de florestas plantadas com espécies nativas e exóticas no Estado de Minas Gerais.. . Belo Horizonte, 14 fev. 2020. p. 1-8. Disponível em: http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/2020/FLORESTAS_PLANTADAS/portaria_ef_28.pdf. Acesso em: 11 out. 2020.
 52. INSTITUTO DE TECNOLOGIA E SOCIEDADE DO RIO (Rio de Janeiro). **RELATÓRIO Blockchain para aplicações de interesse público**. Rio de Janeiro: Its Rio, 2019. 40 p. Disponível em: <https://itsrio.org/wp-content/uploads/2019/03/Relat%C3%B3rio-ITS-GE-Blockchain-vFinal.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2021.
 53. JONES, Charlie; PIMDEE, Paitoon. Innovative ideas: thailand 4.0 and the fourth industrial revolution. **Asian International Journal Of Social Sciences**, [S.L.], v. 17, n. 1, p. 4-35, 1 jan. 2017. Asian International Journal of Social Sciences. <http://dx.doi.org/10.29139/aijss.20170101>.
 54. KAMBLE, Sachin S. *et al.* A machine learning based approach for predicting blockchain adoption in supply Chain. **Technological Forecasting And Social Change**, [S.L.], v. 163, p. 1-18, fev. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120465>.
 55. LAGENDIJK, Arnoud *et al.* Blockchain innovation and framing in the Netherlands: how a technological object turns into a ?hyperobject?. **Technology In Society**, [S.L.], v. 59, p. 1-10, nov. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.techsoc.2019.101175>.
 56. LEE, Sang M.; TRIMI, Silvana. Convergence innovation in the digital age and in the COVID-19 pandemic crisis. **Journal Of Business Research**, [S.L.], v. 123, p. 14-22, fev. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.09.041>.
 57. LOPES, Daniel Paulino Teixeira; BARBOSA, Allan Claudius Queiroz. Inovação: conceitos, metodologias e aplicabilidade - articulando um construto a formulação de políticas públicas - uma reflexao sobre a lei de inovacao de minas gerais. In: XIII SEMINÁRIO SOBRE A ECONOMIA MINEIRA, Não use números Romanos ou letras, use somente números Arábicos., 2008, Diamantina. **Anais [...]** . Diamantina: Cedeplar, 2008. p. 1-24. Disponível em: http://www.cedeplar.ufmg.br/seminarios/seminario_diamantina/2008/D08A007.pdf. Acesso em: 02 abr. 2021.
 58. MACHADO, Denise Del Prá Netto *et al.* Ambiente favorável ao desenvolvimento de inovações e cultura organizacional: integração de duas perspectivas de análise. Rev. Adm. (São Paulo), São Paulo , v. 47, n. 4, p. 715-729

59. MAKOWSKI, Grzegorz. From Weber to the Web... Can ICT Reduce Bureaucratic Corruption? **Public Administration And Information Technology**, [S.L.], p. 291-312, 2017. Springer International Publishing. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-54142-6_16
60. MAZZUCATO, Mariana. **O Estado Empreendedor**: desmascarando o mito do setor público vs. setor privado. Portfolio-Penguin, 2014.
61. MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Fazenda. Evolução Anual da Arrecadação: Exercícios Anteriores. In: **ARRECADÇÃO ICMS POR PRODUTO**. Minas Gerais: Subsecretaria da Receita Estadual / Superintendência de Arrecadação e Informações Fiscais, 2018a. Disponível em: http://www.fazenda.mg.gov.br/governo/receita_estado/evolucao_anual/evolucao_anos_anterioresef.html. Acesso em: 28 jun. 2020.
62. MINAS GERAIS. Subsecretaria de Gestão e Apoio A Políticas Estratégicas. Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão. **GUIA PARA GESTÃO DE PROCESSOS**: coletânea de inovação e modernização na gestão pública, 2. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 2018b. Disponível em: http://planejamento.mg.gov.br/sites/default/files/documentos/gestao-governamental/comunidade-de-simplificacao/guia_vol2_gestao_de_processos_baixa.pdf. Acesso em: 03 abr. 2021.
63. MINAS GERAIS. SISEMA. . **Inédito, Projeto Blockchain pode mudar rumo de processos em Minas Gerais**. 2019a. Disponível em: <http://www.ief.mg.gov.br/noticias/2894-inedito-projeto-blockchain-pode-mudar-rumo-de-processos-em-minas-gerais>. Acesso em: 02 mar. 2020.
64. MINAS GERAIS (Estado). Decreto nº 47.787, de 13 de dezembro de 2019. Dispõe sobre a organização da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.. **Decreto**. Belo Horizonte, MG, 13 dez. 2019b. p. 1-54. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=50263>. Acesso em: 08 ago. 2020.
65. MINAS GERAIS. SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA ABASTECIMENTO E PECUÁRIA. . **Silvicultura 2020**. Belo Horizonte: Governo do Estado de Minas Gerais, 2020a. Disponível em: <http://www.agricultura.mg.gov.br/index.php/2014-09-23-01-07-23/relatorios/perfil>. Acesso em: 06 jan. 2020.
66. MINAS GERAIS (Estado). Decreto nº 892, de 23 de março de 2020. Estabelece o Regulamento do Instituto Estadual de Florestas.. . Belo Horizonte, MG, 23 mar. 2020b. p. 1-32. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=51300>. Acesso em: 10 ago. 2020.
67. MINAS GERAIS. Instituto Estadual de Florestas. Secretaria de Estado de Meio-Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - Semad. **Detalhamento de Pedido - Resposta ao pedido de informação**. 2021a. Resposta dado ao questionamento

- feito por meio do Serviço Eletrônico de Serviço de Informação ao Cidadão (e-SIC). Disponível em: <http://www.acessoainformacao.mg.gov.br/sistema/Pedido/DetalhePedido.aspx?id=N0IWxrbXr6g=>. Acesso em: 15 jan. 2021.
68. MINAS GERAIS. Portal da Transparência. Controladoria-Geral do Estado. **Despesas**. 2021b. Disponível em: <http://www.transparencia.mg.gov.br/despesa-estado>. Acesso em: 16 jan. 2021.
69. MINAS GERAIS. Instituto Estadual de Florestas. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. **Cadastro de Plantio**. 2021c. Disponível em: <http://www.ief.mg.gov.br/florestas-plantadas/cadastro-de-plantio>. Acesso em: 07 jan. 2021.
70. MINAS GERAIS. Indi. Secretaria de Desenvolvimento Econômico. **MINEROMETALÚRGICO**. 2021d. Disponível em: <https://www.indi.mg.gov.br/minas-gerais/setores-de-destaque/minerometalurgico/>. Acesso em: 06 jan. 2021.
71. MOURA, Marcelo. **Como a Holanda cortou burocracias de 13 semanas para 13 minutos**. 2018. Entrevista com Marloes Pomp. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Tecnologia/noticia/2018/05/como-holanda-cortou-burocracias-de-13-semanas-para-13-minutos.html>. Acesso em: 12 mar. 2021.
72. MOURA, Luzia Menegotto Frick de *et al.* Blockchain e a Perspectiva Tecnológica para a Administração Pública: uma revisão sistemática. **Revista de Administração Contemporânea**, [S.L.], v. 24, n. 3, p. 259-274, jun. 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1982-7849rac2020190171>.
73. NAKAMOTO, Satoshi. **Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system**. A Peer-to-Peer Electronic Cash System. 2008. Disponível em: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2020.
74. OSTERWALDER, Alexander; PIGNEUR, Yves. **Business Model Generation: inovação em modelos de negócio**. Rio de Janeiro: Atlas Books, 2011.
75. PAULIN, Alois. Beyond Bureaucracy. **Public Administration And Information Technology**, [S.L.], p. 15-26, 2017. Springer International Publishing. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-54142-6_2.
76. PLONSKI, Guilherme Ary. Inovação em transformação. **Estudos Avançados**, [S.L.], v. 31, n. 90, p. 7-21, maio 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142017.3190002>.
77. POLICARPO, Renata Veloso Santos; BORGES, Renata Simões Guimarães e. MUDANÇA ORGANIZACIONAL: os efeitos dos estilos de liderança no comportamento dos trabalhadores. **Economia e Gestão**, Belo Horizonte, v. 16, n. 45, p. 78-102, Não é um mês valido! 2016.

78. PORT OF ROTTERDAM (Roterdã). **How Rotterdam is using blockchain to reinvent global trade**. 2019. Disponível em: <https://www.portofrotterdam.com/en/news-and-press-releases/how-rotterdam-is-using-blockchain-to-reinvent-global-trade>. Acesso em: 24 mar. 2021.
79. PRANDINI, Pedro *et al.* **Relatório Técnico LIFT**: dlt para infraestrutura de pagamentos instantâneos. S.L.: Swipe, 2018. 36 p. Este projeto foi elaborado pelos integrantes da fintech Swipe.
80. PRIESTLEY, Maria *et al.*. Innovation on the web: the end of the s-curve?. **Internet Histories**, [S.L.], v. 4, n. 4, p. 390-412, 11 abr. 2020. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/24701475.2020.1747261>.
81. QUEIROZ, Roberta Graziella Mendes; CKAGNAZAROFF, Ivan Beck. Inovação no setor público: uma análise do choque de gestão (2003-10) sob a ótica dos servidores e do. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 44, p. 679-705, jun. 2010.
82. ROBICHEZ, Gustavo *et al.* **Blockchain para Governos e Serviços Públicos**. 2019. Monografias (Graduação em Ciência da Computação) - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, 2019.
83. SANTOS, Marcel de Souza e Silva. **GESTÃO DA MUDANÇA ORGANIZACIONAL**: uma revisão teórica. 2014. 106 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gestão Empresarial, Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas, Fundação Getulio Vargas, Rio de Janeiro, 2014.
84. SAWAGUCHI, Manabu. Innovation activities based on s-curve analysis and patterns of technical evolution-“From the standpoint of engineers, what is innovation?”. **Procedia Engineering**, [S.L.], v. 9, p. 596-610, 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2011.03.145>.
85. SCHWELLA, Erwin. Inovação no governo e no setor público: desafios e implicações para a liderança. **Revista do Serviço Público**, [S.L.], v. 56, n. 3, p. 259-276, 20 fev. 2005. Escola Nacional de Administração Pública (ENAP). <http://dx.doi.org/10.21874/rsp.v56i3.229>.
86. SILVA, Ana Carolina Miranda Gomes Vieira da. **Qualidade da Burocracia e Inovação Institucional**: evidências dos municípios brasileiros. 2017. 101 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência Política, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.
87. SILVA, Rodrigo Bezerra (2016). **Escritório de gerenciamento de projetos para projetos intersetoriais**. São Paulo, São Paulo, Brasil: Fundação Getúlio Vargas - Escola de Administração de empresas de São Paulo.
88. SINDFER, Sindicato da Indústria do Ferro no Estado de Minas Gerais -. **Anuário Estatístico**: ano base 2019. Belo Horizonte: Sindfer, 2020. Disponível em: http://www.sindifer.com.br/institucional/anuario/anuario_2019.pdf. Acesso em: 06 jan. 2021.

89. SORIMA NETO, João. **Bitcoin dispara e já atrai a atenção de grandes gestoras e de fundos de investimento**. 2021. Jornal o Globo. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/economia/bitcoin-dispara-ja-atrai-atencao-de-grandes-gestoras-de-fundos-de-investimento-24832212>. Acesso em: 21 fev. 2021.
90. STOUTEN, Jeroen *et al.* Successful Organizational Change: integrating the management practice and scholarly literatures. **Academy Of Management Annals**, [S.L.], v. 12, n. 2, p. 752-788, jun. 2018. Academy of Management. <http://dx.doi.org/10.5465/annals.2016.0095>.
91. SVAHN, Fredrik *et al.* Embracing Digital Innovation in Incumbent Firms: how Volvo cars managed competing concerns. **Mis Quarterly**, [S.L.], v. 41, n. 1, p. 239-253, 1 jan. 2017. MIS Quarterly. <http://dx.doi.org/10.25300/misq/2017/41.1.12>. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Embracing-Digital-Innovation-in-Incumbent-Firms%3A-Svahn-Mathi>. Acesso em: 04 fev. 2021.
92. SZABLA, David B.. A multidimensional view of resistance to organizational change: exploring cognitive, emotional, and intentional responses to planned change across perceived change leadership strategies. **Human Resource Development Quarterly**, [S.L.], v. 18, n. 4, p. 525-558, 2007. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/hrdq.1218>.
93. TCU. TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. . **Levantamento da tecnologia blockchain**. Brasília: Tcu, 2020. 39 p.
94. TECIANO, Livia de Carvalho Gutierrez. **Inovação em serviços públicos: o caso poupatempo**. 2014. 130 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência, Tecnologia e Sociedade, Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/1141/6329.pdf?sequence=1> . Acesso em: 27 ago. 2020.
95. TENÓRIO, Fernando Guilherme. Weber e a burocracia. **Revista do Serviço Público**, [S.L.], v. 38, n. 4, p. 79-90, 19 jul. 1981. Disponível em: <https://revista.enap.gov.br/index.php/RSP/article/view/2328>. Acesso em: 20 jul. 2020.
96. TIDD, Joe. **Gestão da Inovação**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. 633 p. Tradução Félix Nonnemacher.
97. TORFING, Jacob. Collaborative innovation in the public sector: the argument. **Public Management Review**, [S.L.], v. 21, n. 1, p. 1-11, 2 fev. 2018. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/14719037.2018.1430248>.
98. TROTT, Paul J.. **Gestão da Inovação e Desenvolvimento de Novos Produtos**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. Tradução Patrícia Lessa Flores da Cunha et. al; revisão técnica: Paulo Antônio Zawislak.

99. UFMG. Boletim UFMG, Minas Gerais, ano 34, n. 1612, p. 1-10, 2 jun. 2008. Disponível em: <https://www.ufmg.br/boletim/bol1612/index.shtml>. Acesso em: 24 abr. 2020.
100. UTTERBACK, James M.. **Dominando a Dinâmica da Inovação**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1996. 264 p. Tradução de Luiz Liske.
101. UYARRA, Elvira. Review of Measures in Support of Public Procurement of Innovation. **Nesta**, Manchester, v. 17, n. 13, p. 1-30, nov. 2013. Disponível em: https://media.nesta.org.uk/documents/working_paper_-_review_of_measures_in_support_of_public_procurement_of_innovation.pdf. Acesso em: 10 set. 2020.
102. VETTORATO, Jardel Luís. LEI DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA: os aspectos legais da inovação no brasil. **Revista Eletrônica do Curso de Direito da Ufsm**, [S.L.], v. 3, n. 3, p. 1-17, 14 dez. 2008. Universidad Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/198136947016>.
103. VRIES, Hanna de *et al.*. INNOVATION IN THE PUBLIC SECTOR: a systematic review and future research agenda. **Public Administration**, [S.L.], v. 94, n. 1, p. 146-166, 28 set. 2015. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/padm.12209>.
104. WONGLIMPIYARAT, Jarunee. S-curve trajectories of electronic money innovations. **The Journal Of High Technology Management Research**, [S.L.], v. 27, n. 1, p. 1-9, 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.hitech.2016.04.001>.
105. YIN, Robert K.. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 200 p. Traduzido por Daniel Grassi.
106. ZAWISLAK, Paulo Antônio *et al.* Inovação, Curva-S e as Ações da Firma: impressões e avanços a partir do setor de videogames no japão. In: SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 25., 2008, Brasília. **Anais [...]**. Brasília: Anpad, 2008. p. 1-16. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/admin/pdf/Simposio417.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2021.
107. ZAWISLAK, Paulo Antônio. Rumo a um Modelo de Expectativa e Potencial de Inovação. In: XXXI ENCONTRO DA ANPAD, 31., 2007, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: Anpad, 2007. p. 1-14. Disponível em: http://www.anpad.org.br/diversos/down_zips/33/TC%20GCT-B2516.pdf. Acesso em: 17 jan. 2021.
108. ØLNES, Svein *et al.* Blockchain in government: benefits and implications of distributed ledger technology for information sharing. **Government Information Quarterly**, [S.L.], v. 34, n. 3, p. 355-364, set. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.giq.2017.09.007>.

APÊNDICE A – Perguntas feitas ao servidores de Minas Gerais

BLOCO A

1. A cadeia do carvão vegetal
 - a. Qual o nível de fraudes encontradas pelo IEF na cadeia do carvão vegetal em Minas Gerais?
 - b. Quais são as principais fraudes identificadas?
 - c. Em que medida essas fraudes prejudicam o Estado e o meio ambiente?
 - d. Quais etapas do processo da gestão da cadeia do carvão são realizadas de forma manual?
 - e. Quais etapas do processo da gestão da cadeia do carvão são realizadas de via sistema?
 - i. Quantos sistemas são utilizados?
 - ii. Há a necessidade de integração entre diferentes sistemas e órgãos?
 - iii. O sistema já ficou fora do ar ou tem problemas de instabilidade?
 - f. Caso as etapas manuais fossem digitalizadas, você acredita que haveria um ganho de performance do órgão? (perguntar os prazos de análise manual)

BLOCO B

2. Sobre o sistema em blockchain
 - a. O quão importante seria para o órgão conseguir evitar adulterações no documentos emitidos ou facilitar a identificação de documentos falsos?
 - b. O quão importante seria para o órgão otimizar o processo de emissão de documentos mantendo ou aumentando o nível de segurança deles?
 - c. O quão importante seria para o órgão conseguir rastrear a origem do carvão?
 - d. O quão importante seria para o órgão conseguir contabilizar e auditar com segurança o saldo de carvão que está em cada uma das fases, sendo elas: origem, transporte e consumo?
 - e. O quão importante seria para o órgão conseguir ampliar ferramentas de fiscalização da cadeia do carvão?

BLOCO C

3. Para os gerentes de TI –
 - a. Quais os principais gargalos de TI na gestão da cadeia de carvão?
 - b. Qual seria impacto da implantação de um sistema em blockchain na gestão da cadeia do carvão?
 - c. Quais seriam as principais vantagens de implementar um sistema em blockchain no IEF?
 - d. Quais os principais desafios a serem superados hoje pelo IEF para a implementação de um sistema em blockchain?

BLOCO D

4. Para o gestor de governança do Estado
 - a. Como você vê a possibilidade de uso de blockchain no Governo de Minas Gerais?
 - b. É possível identificar onde estão os principais problemas do Estado relacionados a segurança de dados, adulteração e fraudes de documentos?
 - c. O uso de blockchain poderia ser uma das possíveis soluções para esses problemas?
 - d. Qual seria o impacto para o Estado em adotar a tecnologia de blockchain para solucionar alguns dos problemas identificados?
 - e. Quais seriam as principais vantagens de implementar um sistema em blockchain no governo?
 - f. Quais os principais desafios a serem superados hoje pelo governo para a implementação de um sistema em blockchain?

APÊNDICE B – Perguntas feitas ao representante holandês da DBC em inglês

1) Technology:

- How was the process for the dutch government to choose the first blockchain project?
Where did you start?
- There are many different platforms and suppliers to the blockchain: what are the criteria to choose a supplier or a platform for a project?

2) Organization:

- What are the major ORGANIZATIONAL changes were made in order to implement blockchain technology? (Organizational changes in structure, processes or business).
- How were the teams structured to develop blockchain projects? How were the teams' members selected ? (for example, the IT professional, business unity's employees, external suppliers, so on.)

3) People:

- How did the Dutch government / DBC train the employees to put blockchain technology into practice? Were only the IT employees trained or the training involved the other areas?
- Were any open innovation strategies used? If yes, which ones and how?

4) Project management

- What was the role of the leadership in the implementation process?
- and What was the role of the top management?

That is the end of the questions, would you like to add anything?

APÊNDICE C – Canvas de adoção de blockchain

Qual problema a blockchain irá resolver?	Resultados Esperados (se o projeto for implementado com sucesso o que irá acontecer?)	Em qual negócio a blockchain está sendo aplicada?	Fonte de Recursos / estimativa de valores	Patrocinadores do projeto (Alta Gestão)	Resultados esperados pelos patrocinadores
Por que tem que ser blockchain e não outra tecnologia?	Propriedades mais relevantes: <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Transparência e auditabilidade <input type="radio"/> Integração de base de dados <input type="radio"/> Automação de transações e processos <input type="radio"/> Imutabilidade da informação <input type="radio"/> Autenticação das transações 	Quais processos, procedimentos, arranjos serão impactados / resenhados pela adoção de blockchain?	Com quem podemos aprender a fazer o que estamos querendo fazer? (Benchmarking) Quais organizações e/ou empresas podem ser parceiras no desenvolvimento do projeto?		
Plataformas a serem testadas	Quem fará parte da rede? Acessará a rede?	Quais bases de dados serão integradas? O que será testado? como será testado? onde será testado? INCUBAÇÃO <i>plano de prototipação da aplicação de blockchain</i>			
Rede <input type="radio"/> pública <input type="radio"/> privada <input type="radio"/> híbrida	Organizações que serão registradas, validadas, auditadas pela Blockchain?	A equipe selecionada precisa ser qualificada com quais conhecimentos? Instituições de Ensino que podem ser parceiras do projeto			
Equipe técnica de blockchain		Áreas/equipes/pessoas que deverão compor a equipe do projeto			
Arcabouço legal vigente	Arcabouço que precisa ser atualizado	Questões que precisam ser regulamentadas	Risco / oportunidades	Após essa análise o projeto se mostrou viável? <input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não Sim, mas com ressalvas. Quais? 