

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS DE SÃO PAULO

ALEXANDER DUBROWSKY

**TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NAS INSTITUIÇÕES PRIVADAS DE ENSINO
SUPERIOR BRASILEIRAS:**

Proposta para Autenticação de Diplomas Digitais de Graduação por meio de Blockchain

SÃO PAULO

2019

ALEXANDER DUBROWSKY

**TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NAS INSTITUIÇÕES PRIVADAS DE ENSINO
SUPERIOR BRASILEIRAS:**

Proposta para Autenticação de Diplomas Digitais de Graduação por meio de Blockchain

Trabalho aplicado apresentado à Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, como requisito para obtenção do título de Mestre Profissional em Gestão de Competitividade.

Linha de Pesquisa: Tecnologia da Informação.

Orientador: Prof. Dr. Cláudio Luís Carvalho
Larreira

SÃO PAULO

2019

Dubrowsky, Alexander.

Transformação digital nas instituições privadas de ensino superior brasileiras : proposta para autenticação de diplomas digitais de graduação por meio de *blockchain* / Alexander Dubrowsky. - 2019.

83 f.

Orientador: Cláudio Luís Carvalho Larieira.

Dissertação (mestrado profissional MPGC) – Fundação Getulio Vargas, Escola de Administração de Empresas de São Paulo.

1. Blockchains (Base de dados). 2. Tecnologia da informação. 3. Documentos eletrônicos. 4. Universidades e faculdades particulares. I. Larieira, Cláudio Luís Carvalho. II. Dissertação (mestrado profissional MPGC) – Escola de Administração de Empresas de São Paulo. III. Fundação Getulio Vargas. IV. Título.

CDU 378.21

ALEXANDER DUBROWSKY

**TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NAS INSTITUIÇÕES PRIVADAS DE ENSINO
SUPERIOR BRASILEIRAS:**

Proposta para Autenticação de Diplomas Digitais de Graduação por meio de Blockchain

Trabalho aplicado apresentado à Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, como requisito para obtenção do título de Mestre Profissional em Gestão de Competitividade.

Linha de Pesquisa: Tecnologia da Informação.

Data de Aprovação:

28 / 06 / 2019

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Cláudio Luís Carvalho Larieira
(Orientador)
FGV – EAESP

Prof. Dr. Eduardo Henrique Diniz
FGV – EAESP

Prof. Dr. Marcelo Novaes de Rezende
Instituto de Pesquisas Tecnológicas

DEDICATÓRIA

Ao meu saudoso pai, um homem bom, querido, honesto e determinado, que me ensinou quase tudo do que eu sei hoje e que mesmo em seus últimos momentos, me incentivou a concluir esse mestrado profissional, não permitindo que eu fraquejasse frente as dificuldades.

.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me dado saúde e disposição para enfrentar as dificuldades.

Aos meus filhos, minha esposa, minha mãe e meus amigos por compreenderem a minha ausência em várias ocasiões em prol do meu desenvolvimento acadêmico e profissional.

Ao Prof. Dr. Cláudio Luís Carvalho Larieira, por sua compreensão e grande ajuda nos momentos de ansiedade, pela coordenação e orientação durante o planejamento e desenvolvimento desse trabalho aplicado.

Ao Prof. Dr. Alberto Luiz Albertin, por ter acreditado no meu potencial e por ter me incentivado a permanecer no mestrado profissional, mesmo depois do falecimento do meu pai.

À Vanessa da Silva, Vera Lucia Mourão, Rita de Cássia Rufino Mattana, Thiago Santos De Queiroz e Rodrigo Pamplona pela atenção e disponibilidade nas entrevistas que enriqueceram essa dissertação.

Ao Sr. Mario Rocha por ter apoiado o tema desse trabalho aplicado.

Aos meus professores e colegas de turma pela troca de experiências e compartilhamento de informações que enriqueceram as aulas presenciais e virtuais.

À Escola de Administração de Empresas de São Paulo, da Fundação Getulio Vargas, pela oportunidade, experiência e aprendizado adquirido no Mestrado Profissional.

RESUMO

Devido a globalização e o avanço da tecnologia da informação, as organizações precisam se transformar digitalmente para responderem com a velocidade que os mercados e os clientes exigem de forma a garantirem sua relevância. A maior velocidade dos links de telecomunicações, o surgimento dos smartphones, das redes sociais e de novas tecnologias, resultaram numa mudança drástica na forma como os clientes se relacionam com as organizações, pressionando-as a oferecer serviços de melhor qualidade, mais confiáveis, mais rápidos e de menor custo. Nas Instituições de Ensino Superior (IES) privadas brasileiras isso também é observado, pois alunos, diplomados, empresas, agências de emprego e órgãos governamentais também anseiam por serviços de maior valor agregado. Ao mesmo tempo que começam a surgir casos de sucesso internacionais para o registro e validação de documentos com o uso da tecnologia de *blockchain*, o Ministério da Educação do Brasil (MEC) através da Portaria nº 330 de 5 de abril de 2018 institui o diploma digital no âmbito das instituições de ensino superior, públicas e privadas brasileiras para que fossem garantidos autenticidade, integralidade, confiabilidade, disponibilidade, rastreabilidade e a validade jurídica dos diplomas emitidos. Por falta de regulamentação definitiva sobre o diploma digital brasileiro e ausência de casos de sucesso no Brasil referentes a utilização de *blockchain* para registro e verificação de veracidade de diplomas expedidos por IES privadas, ainda há muita incerteza sobre questões legais e técnicas, dificultado a implementação de projetos sobre o tema. Através de um estudo de caso qualitativo descritivo utilizando como cenário a Secretaria de Registros Acadêmicos da Escola de Administração de Empresas de São Paulo, da Fundação Getúlio Vargas, além de revisão de literatura, este trabalho aplicado teve como objetivo verificar como funcionam os processos de expedição, registro e validação de primeira e segunda vias de diplomas de graduação, e como provavelmente se dará o processo de implementação do diploma digital à luz de questões legais exigidas pelo Ministério da Educação. Como parte do objetivo, o trabalho aplicado também respondeu como a tecnologia de *blockchain* pode ser utilizada de modo que seja possível garantir a privacidade, a segurança, e a confiabilidade na expedição, registro e validação de diplomas digitais em instituições de ensino superior privadas levando em consideração as leis vigentes.

Palavras-chave: transformação digital; *blockchain*, diploma digital; ensino superior; educação.

ABSTRACT

Due to globalization and the advance of information technology, organizations need to go through digital transformation to respond fast as prompt as demanded by markets and clients in order to guarantee their relevance. The faster telecomm links, the advent of smartphones, social networks and new technologies resulted in a drastic change in the way clients relate to organizations pressuring them to offer services with more quality, that are more reliable, faster and with lower cost. In private Higher Education Institutions (HEI) in Brazil this is also observed since students, graduated students, companies, employment and governmental agencies also crave for services with more aggregated value. At the same time that successful international cases of diplomas registration and validation of documents using *blockchain* emerge, the Ministry of Education (MEC) constitutes the digital diploma for Brazilian Higher Education Institutions, private and public, to guarantee issued documents' authenticity, integrality, reliability, availability, traceability and legal effectiveness. Due to the lack of definitive regulations on the Brazilian digital diploma and the lack of success stories in Brazil regarding the use of Blockchain's technology for registration and verification of the veracity of diplomas issued by private HEIs, there is still a great deal of uncertainty about legal and technical issues, making difficult the implementation of projects about the theme. Through a descriptive qualitative case study using the Secretariat of Academic Records of the School of Business Administration of the Getulio Vargas Foundation, as well as a literature review, the objective of this work was to verify how the expedition, registration and validation of first and second pathways of undergraduate diplomas, and how the digital diploma implementation process will probably take place in light of legal issues required by the Ministry of Education. As part of the objective, the applied work also responded to how Blockchain's technology can be used in a way that guarantees privacy, security, and reliability in the expedition, registration and validation of digital diplomas in private higher education institutions, current laws.

Keywords: digital transformation; blockchain; digital certificate; higher education; education

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estrutura hierárquica ICP-Brasil.....	24
Figura 2 - Modelo anverso diploma	25
Figura 3 - Modelo verso diploma	25
Figura 4 - Processo expedição, registro e consulta pública de diplomas impressos	29
Figura 5 - Estrutura código validação diploma digital	32
Figura 6 - Processo expedição, registro e consulta pública de diplomas digitais.....	35
Figura 7 - Centralização versus descentralização	37
Figura 8 - Modelo de blocos do <i>blockchain</i>	39
Figura 9 - Algoritmo PoW - nonce.....	40
Figura 10 - Diferentes tipos de algoritmos de consenso.....	41
Figura 11 - Processo de emissão de certificado na Blockchain.....	43
Figura 12 - Framework governança <i>blockchain</i>	50
Figura 13 - Processo expedição primeira via diploma	55
Figura 14 - Processo expedição segunda via diploma.....	58
Figura 15 - Modelo híbrido	64
Figura 16 - Processo registro diploma <i>blockchain</i>	66
Figura 17 – Proposta de <i>blockchain</i> privada permissionada	67
Figura 18 - Processo cadastro e acesso discentes ao <i>blockchain</i>	67

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Requisitos obrigatórios para expedição e registro de diplomas impressos	28
Quadro 2 – Requisitos obrigatórios para expedição e registro de diplomas digitais.....	33
Quadro 3 – Comparação entre <i>blockchain</i> privada e pública.....	37
Quadro 4 – Comparação entre os mecanismos de consenso	40
Quadro 5 – Conceitos de blockchain, tipos e algoritmos de consenso.....	44
Quadro 6 – Critérios a serem observados pelas IES na adoção de <i>blockchain</i>	51
Quadro 7 – Custo processo expedição primeira via diploma	56
Quadro 8 – Problemas, consequências e tempo gasto para expedição e registro de diplomas impressos.	56
Quadro 9 – Contribuições para aplicabilidade de <i>blockchain</i> em IESs privadas	68

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	Autoridade Certificadora
API	<i>Application Programming Interface</i>
Art.	Artigo
CI	Conceito Institucional
CIO	<i>Chief Information Officer</i>
DLT	<i>Distributed Ledger Technology</i>
DOU	Diário Oficial da União
FIES	Fundo de Financiamento Estudantil
GDPR	Regulamento Geral de Proteção de Dados
HTTPS	<i>Hyper Text Transfer Protocol Secure</i>
ICP-Brasil	Infraestrutura de Chaves Públicas Brasileira
IES	Instituição de Ensino Superior
IGC	Índice Geral de Cursos
IoT	<i>Internet of Things</i>
ITI	Instituto Nacional de Tecnologia da Informação
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados
LMS	<i>Learning Management System</i>
MBA	<i>Master of Business Administration</i>
MEC	Ministério da Educação
MIT	Instituto de Tecnologia de Massachusetts
PROUNI	Programa Universidade para Todos
QR CODE	<i>Quick Response Code</i>
RNP	Rede Nacional de Ensino e Pesquisa
TD	Transformação Digital
USP	Universidade de São Paulo
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
XML	<i>Extensible Markup Language</i>
XAdES	<i>XML Advanced Electronic Signature</i>
XSD	<i>XML Schema Definition</i>

SUMARIO

1. INTRODUÇÃO:	11
1.1 CONTEXTO	12
1.2 PERGUNTA DE PESQUISA	16
1.3 OBJETIVO	16
1.4 JUSTIFICATIVA E CONTRIBUIÇÕES	17
1.5 MÉTODO DE PESQUISA	18
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1 ENSINO SUPERIOR NO BRASIL	20
2.2 PROCESSO DE EXPEDIÇÃO E REGISTRO DE DIPLOMAS SEGUNDO AS LEIS APLICÁVEIS	22
2.2.1 Expedição e Registro de diplomas impressos	22
2.2.2 Expedição e Registro de diplomas digitais	29
2.3 BLOCKCHAIN, SUAS CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES	35
2.4 CRITÉRIOS A SEREM ANALISADOS PARA ADOÇÃO DE BLOCKCHAIN	46
3. ESTUDO DE CASO	52
3.1 VALIDAÇÃO DE DOCUMENTOS, CERTIFICADOS E DIPLOMAS:	53
3.2 EXPEDIÇÃO DA PRIMEIRA VIA DO DIPLOMA	54
3.3 EMISSÃO DE SEGUNDA VIA DO DIPLOMA	57
3.4 DIPLOMA DIGITAL	59
3.5 ANÁLISE DOS PROBLEMAS E PROPOSTA DE ABORDAGEM	61
4. CONCLUSÕES	69
4.1 CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS	69
4.2 IMPLICAÇÕES PRÁTICAS	72
4.3 LIMITAÇÕES	72
4.4 ESTUDOS FUTUROS	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
APÊNDICE	82

1. INTRODUÇÃO:

Com o advento da globalização a partir do início do século XXI e o avanço da tecnologia da informação, as organizações precisam se transformar digitalmente para responderem com a velocidade que os mercados e os clientes exigem sob pena de não serem mais relevantes. O surgimento de dispositivos móveis e inteligentes, das redes sociais e de novas tecnologias, propiciaram uma mudança drástica na forma como os clientes passaram a se comunicar com as organizações. As organizações por sua vez, ao perceberem que podiam se comunicar digitalmente, de forma individual e mais ágil com seus clientes, estão manipulando dados em grande escala (SCHALLMO; WILLIAMS; BOARDMAN, 2017). As organizações estão aproveitando as oportunidades criadas por tecnologias sofisticadas para se transformarem digitalmente, estão repensando suas operações, sua proposta de valor para que seja possível oferecer maior engajamento, produtos e serviços aprimorados a seus clientes (ROSS, 2017).

Do ponto de vista dos negócios, a transformação digital (doravante TD) traz maior eficiência e eficácia às cadeias de valor existentes, propiciando que as organizações criem valores, mas também impõe grandes desafios as empresas, que muitas vezes são forçadas a mudar seu *core business* por uma questão de sobrevivência. Há muito mais concorrência, além disso, a taxa de inovação, os ciclos de pesquisa e desenvolvimento, os ciclos de produtos e produção estão aumentando em virtude das oportunidades tecnológicas e as demandas dos clientes (REDDY; REINARTZ, 2017).

Segundo Vey et al (2017, p.23), “o impacto da digitalização já é tremendo, mas a ruptura digital dos modelos de negócios existentes ainda está em seus primórdios e continuará a ameaçar novos negócios e empresas estabelecidas”. A grande disponibilidade de informações faz com que os clientes estejam bem informados e procurem serviços cada vez mais customizados, individualizados, portanto, as organizações precisam criar modelos operacionais e novas estratégias digitais, misturando a tecnologia com criatividade para oferecer produtos inovadores. Novas organizações estão aproveitando os benefícios da transformação digital para o lançamento de produtos disruptivos, explorando deficiências em mercados mal atendidos. A transformação digital quando bem implementada não é simplesmente uma abordagem para atender melhor ou melhorar as interações com o cliente, deve ser encarada em um contexto mais amplo para mudar a forma como a organização está organizada e em alguns casos mudando o negócio da organização como um todo.

As organizações que estão atentas a evolução da tecnologia e ao cenário competitivo no setor que atuam conseguem acompanhar melhor as transformações que as cercam. Muitas instituições começam o processo de digitalização simplesmente adotando determinadas tecnologias como ferramenta de trabalho, mas acabam evoluindo quando incluem a tecnologia como parte do negócio, mudam sua estratégia de negócios para incorporar a transformação digital e chegam inclusive a romper com o seu modelo tradicional de negócio, criando produtos ou serviços muitas vezes disruptivos (WESTERMAN; BONNET; MCAFEE, 2015).

1.1 CONTEXTO

Para Schallmo, Williams e Boardman (2017), “não há um consenso na literatura sobre a origem do termo Transformação Digital”, muito menos quando foi utilizado pela primeira vez. A transformação digital está em evidência no mundo, mas as ideias sobre produtos digitais, serviços e mídias digitais já eram bem compreendidas nas décadas de 90 e 2000. Schallmo, Williams e Boardman (2017) após extensa revisão de literatura definem a transformação digital como sendo um framework, incluindo uma rede de atores como empresas e clientes em todos os segmentos da cadeia de valor, a aplicação de novas tecnologias, utilização de novas habilidades, como extração, troca análise e conversão de dados em informações úteis para aumentar a performance e o alcance das organizações. Para Solis (2017), transformação digital é “o realinhamento ou o novo investimento em tecnologia, modelos de negócios e processos para gerar novo valor para clientes e funcionários e competir de forma mais eficiente em uma economia digital em constante mudança”. Já Dais e Kagermann (2013) definem a transformação digital como consequência da evolução da indústria, mais especificamente da indústria 4.0, amparada por algumas tecnologias, como Internet das Coisas (*IoT*), *Big Data*, *Machine Learning*, *Cloud Computing*, *Blockchain*, dentre outras.

Através de sensores conectados à internet (*IoT*), dados podem ser recebidos, enviados e processados em tempo real, melhorando a produtividade na agropecuária, a eficiência de hospitais, o monitoramento de veículos e cargas no setor de logística, permitindo o surgimento de edificações e cidades inteligentes. Na segurança pública, *IoT* vem sendo empregada no reconhecimento facial. Já no setor educacional, pode ser empregada na gestão do Campus, na segurança, monitoramento, controle de frequência e mais recentemente no processo de aprendizado (NOVAES, 2018).

As organizações estão utilizando *Big Data* para transformar e combinar grande quantidade de dados não estruturados provenientes de e-mails, conteúdo de mídias sociais, pesquisas de satisfação, *IoT* e arquivos de log de servidores, com dados estruturados de grandes bancos de dados e ferramentas de Inteligência de Negócios, de modo a obter informações valiosas para fornecer serviços customizados a clientes ou fazer análise preditiva, ou seja, prever com antecedência eventos futuros ou desconhecidos (MCAFEE; BRYNJOLFSSON, 2012). *Machine Learning* ou Aprendizado de Máquina permite com que os computadores tenham capacidade de processar algoritmos e reconhecer padrões, de modo que aprendam e tomem decisões sozinhos. Essa tecnologia está sendo bastante empregada em vários setores, como na saúde para diagnóstico médico com mais precisão e em menor tempo, no processamento de linguagem natural através do reconhecimento da fala e da escrita (DATA SCIENCE BRIGADE, 2016). *Cloud Computing* ou Computação em Nuvem se refere a utilização de serviços de processamento, memória e armazenamento de dados em servidores hospedados em datacenter acessíveis através da internet, em detrimento as unidades físicas convencionais. Muitas startups devido a necessidade de agilidade e flexibilidade utilizam a Computação em Nuvem para aplicações com demanda variável, picos de processamento ou de crescimento exponencial (GIRALDO, 2018). A tecnologia de *Blockchain*, é uma espécie de livro contábil onde se pode registrar diversos tipos de informações, como por exemplo, transações financeiras, contratos e certificados. Essas informações são espalhadas em diversos computadores o que garante a transparência das transações, confiabilidade, segurança e velocidade na troca de dados (UNDERWOOD, 2016).

Com o adendo da transformação digital em um contexto de negócios ainda mais competitivo, da mesma forma que as indústrias, as Instituições de Ensino Superior (IES) também precisam se transformar digitalmente para atenderem as crescentes necessidades de seus alunos, ex-alunos e demais interessados. Para Nayak (2018) em estudo recente utilizando como referência o caso da Escola de Negócios e Economia da Universidade Nova de Lisboa, conclui que os principais impulsionadores da TD são as melhorias na experiência do cliente e a otimização das operações para aumento da competitividade.

Segundo o Censo da Educação Superior de 2017 divulgado em setembro de 2018 (INEP, 2018), as IES matricularam na graduação cerca de 8,2 milhões de alunos em 35380 cursos, sendo que 6,2 milhões foram matriculados por instituições privadas. No tocante aos alunos concluintes, temos cerca de 1,2 milhões no total, mas 950 mil nas instituições privadas. Com tantos alunos matriculados e concluintes, uma das preocupações das IESs é relacionada a guarda e preservação do acervo acadêmico haja visto que os documentos impressos estão sujeitos a

ação do tempo e o custo de arquivamento em guarda externa é expressivo. Não se pode deixar de relacionar os riscos relacionados a questões climáticas, como por exemplo, enchentes ou até mesmo criminosos como incêndio e extravio de documentos no transporte, fatores que podem inviabilizar a emissão de segunda via de um diploma ou histórico escolar. Um exemplo da grande perda de dados e documentos foi a queda das torres gêmeas nos EUA, onde mais da metade das pequenas e médias empresas fecharam as portas porque perderam tudo e não conseguiram se reconstruir, principalmente as que armazenavam documentos impressos (SPANIOL, 2014). Outro fator de desconforto para as IESs, ex-alunos, agências de recrutamento, empresas e órgãos governamentais é a grande quantidade de diplomas impressos falsos. Quem recebe o diploma tem dificuldade para verificar sua veracidade pois existem mais de 2400 IESs registradas no MEC que podem estar com cadastro desatualizado (BRANDÃO, 2018). Segundo G1 ES (2019), o Ministério Público do Espírito Santo identificou mais de 900 pessoas que compraram diplomas de graduação. No Rio de Janeiro foi desmascarada uma quadrilha que chegou a distribuir mais de 350 mil diplomas escolares falsos (CORRÊA, 2018).

O processo de expedição e registro da primeira via de um diploma impresso é bastante demorado e a ausência do documento acarreta transtornos aos recém-formados, pois muitos já estão participando de processos seletivos e as empresas assim como as agências de recrutamento exigem o documento original. Muitos ex-alunos também necessitam do diploma para comprovar a escolaridade com o objetivo de evoluir na carreira ou se aprimorarem nos estudos, mas em caso de perda ou extravio do documento original, a demora na expedição da segunda via pode ser ainda maior, principalmente se o prontuário acadêmico do aluno for muito antigo, não digitalizado e estiver arquivado em guarda externa.

Em levantamento realizado pelo Sindicato das Entidades Mantenedoras de Estabelecimentos de Ensino Superior (Semesp) com 99 instituições, aponta que devido à crise econômica brasileira o desemprego aumentou e a renda do brasileiro diminuiu. Esses dois fatores somados com a redução dos programas de financiamento estudantil, fizeram com que a evasão escolar aumentasse e cerca de 80 mil alunos deixaram de ingressar nas universidades privadas brasileiras (O GLOBO, 2018).

O setor de educação tem investido cerca de 3,5% do faturamento líquido em TI, pouco se comparado aos 11% investidos pelo setor de serviços e aos 7,6% da média dos setores (comércio, indústria e serviços). O investimento baixo é refletido diretamente no baixo custo anual por teclado (CAPT) e por funcionário (CAPU). O CAPT é o gasto e investimento total no ano dividido pelo número de teclados da instituição e CAPU é o gasto e investimento total no ano dividido pelo número de funcionários. Esses valores são de R\$ 6.000,00 e R\$ 18.000,00,

respectivamente, os menores na comparação com outros setores da economia (MEIRELLES,2018). Nesse cenário de dificuldade, qualquer melhoria em custo ou processos pode representar um diferencial competitivo importante para uma IES privada.

O processo de expedição e registro de um diploma impresso também é custoso para as IESs, porque depende de pessoas na conferência de documentação, do serviço remunerado de gráfica para a impressão do diploma e de instituições credenciadas que cobram taxa para registro do mesmo. O Art. nº 9º da Portaria nº 1095 de 25 de outubro de 2018 (BRASIL, 2018d), determina que estão inclusos nos serviços educacionais prestados pela instituição a expedição e o registro do diploma, do histórico escolar final e do certificado de conclusão de curso, não ensejando a cobrança de qualquer valor, mas é evidente que esse custo é repassado indiretamente na mensalidade escolar. Vale mencionar também a incidência de custos menos substanciais, como por exemplo, custo de autenticação de cópias de diplomas em cartório, no caso da apresentação do documento para IES e empresas que não fazem a autenticação visual por semelhança.

O Ministério da Educação instituiu recentemente o Diploma Digital no âmbito das IESs, públicas e privadas. A ideia é garantir que os diplomas não sejam mais falsificados, permitindo que qualquer IES, agência de recrutamento, empresa, ou órgão governamental possam verificar sua autenticidade e integridade através da internet. Para as IES, o diploma digital tem a perspectiva de reduzir os custos e os riscos com a guarda externa, além de facilitar e agilizar o processo de expedição e registro do documento reduzindo a burocracia e o custo com a logística de transporte. Para os alunos, a alta disponibilidade e a validade jurídica dos documentos devem permitir que a representação visual do diploma seja compartilhada com facilidade e aceita por todos, agilizando o processo de contratação, participação em concurso público, a progressão de carreira e a matrícula em um curso de pós-graduação.

A Portaria nº 554, de 11 de março de 2019 (BRASIL,2019) que dispõe sobre a emissão e o registro de diploma de graduação, por meio digital, pelas Instituições de Ensino Superior - IES pertencentes ao Sistema Federal de Ensino é o primeiro esforço do MEC no sentido de regulamentação de questões técnicas e operacionais referentes ao diploma digital, mas não aborda questões como a Lei Geral de Proteção de Dados (BRASIL,2018c) e não menciona outras tecnologias que poderiam ser empregadas de forma substitutiva ou complementar para registro e validação de diplomas digitais em resposta aos problemas acima mencionados.

Segundo Morgan et al (2019) em recente pesquisa realizada com CIOs de ensino superior, as tecnologias de credenciamento digitais estão entre as 10 mais estratégicas, quinto lugar especificamente, sendo que a tecnologia de *blockchain* vem ganhando espaço em

faculdades e universidades como uma tecnologia fundamental para emitir e verificar o grau de instrução do estudante de forma enxuta, autônoma, imutável e segura. Para Thayer (2018), analisando dados da mesma pesquisa concluiu que 2% dos respondentes já implantaram *Blockchain* no ensino superior e outros 18% planejavam fazê-lo nos próximos 24 meses. Já Willians (2018) em relatório desenvolvido para a Gartner, *Blockchain* na Educação passou do estágio inicial de “Gatilho de Inovação” para o estágio onde as expectativas estão mais infladas, com possibilidade de atingir o Platô de Produtividade em um prazo de 5 a 10 anos.

Além do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (Doravante MIT), que desenvolveu um código aberto para registro e validação de diplomas digitais (BLOCKCERTS, [s.d.]), a Faculdade Comunitária do Novo México, a Ngee Ann Polytechnic, o Instituto Indiano de Tecnologia, o Instituto de Economia e o Negócios de Atenas estão desenvolvendo pilotos com o uso da tecnologia. Grech e Camilleri (2017) adicionam à lista de instituições que estão desenvolvendo aplicações utilizando *Blockchain* a Universidade de Nicosia (UNIC) e a Universidade Aberta do Reino Unido.

1.2 PERGUNTA DE PESQUISA

Diante do contexto apresentado acima, esse trabalho aplicado buscou responder a seguinte pergunta de pesquisa: como a tecnologia de *Blockchain* pode ser utilizada para garantir a segurança, a privacidade e a confiabilidade na expedição, registro e validação de diplomas digitais em instituições de ensino superior privadas à luz das leis vigentes?

1.3 OBJETIVO

O objetivo desse trabalho aplicado é, através da abordagem de um Estudo de Caso descritivo utilizando como cenário a Secretaria de Registros Acadêmicos (SRA) da Escola de Administração de Empresas de São Paulo, da Fundação Getulio Vargas, verificar como funcionam atualmente os processos de expedição, registro e validação de primeira e segunda vias de diplomas, e como se daria o processo de implementação do diploma digital com uso da tecnologia de *blockchain* à luz de questões legais exigidas pelo Ministério da Educação.

1.4 JUSTIFICATIVA E CONTRIBUIÇÕES

Há pouca literatura disponível no Brasil referente a diplomas digitais e aplicação de *Blockchain* na educação, e essa questão se agrava quando restringimos o escopo da pesquisa para uso da tecnologia de *Blockchain* para registro e validação de diplomas de graduação por faculdades privadas em consonância com as regras, portarias e leis brasileiras. Conforme mencionado no contexto desse trabalho aplicado, algumas universidades fora do Brasil já estão utilizando a tecnologia para registro e validação de diplomas, mas para Thayer (2018), muitos CIOs da área de educação estão adotando uma abordagem mais conservadora com relação a utilização da tecnologia de *blockchain* em virtude dos riscos e da sua imaturidade. Na Alemanha, Grech e Camilleri (2017) desenvolveram um estudo apresentando os princípios fundamentais da tecnologia de *blockchain*, propondo oito cenários onde a mesma pode ser utilizada no contexto educacional. O estudo é bastante completo e pode ser aproveitado por IESs brasileiras, principalmente no tocante a questões técnicas, de confiabilidade e segurança da tecnologia, mas não é suficiente pois nossa legislação é diferente.

No Brasil, Pereira (2015) analisou as perspectivas para desenvolvimento e implantação de um sistema de emissão de diplomas digitais baseado em certificação digital. A dissertação de mestrado utilizou como Estudo de Caso a Universidade Federal de Santa Catarina, IES que segundo UFSC (2019) expediu os primeiros diplomas digitais no Brasil. Brandão (2018) relata sua experiência, problemas e desafios referentes a implantação do diploma digital na Universidade de Brasília (UnB), mas percebe-se que o projeto foi concluído antes da promulgação da Portaria nº 554 (BRASIL, 2019) que dispõe sobre os procedimentos administrativos e técnicos que devem ser observados pelas IESs para emissão e registro de diplomas digitais de graduação, além disso, faz-se necessário adaptações, pois as Universidades possuem a prerrogativa de registro de seus próprios diplomas, fato que não é observado como padrão em faculdades privadas. No tocante a aplicação de *blockchain* para registro e validação de diplomas digitais, o único artigo disponível é de Costa et al. (2018), tornando público os resultados preliminares e prova de conceito de um projeto desenvolvido na Universidade Federal da Paraíba, mas não pode ser aplicado integralmente as faculdades particulares porque também está desatualizado devido a promulgação recente da Portaria nº 554 (BRASIL, 2019). Segundo Soares e Meirelles (2012), o Governo Brasileiro criou o INEP (Instituto Nacional de Supervisão e Avaliação de Educação Superior), órgão do Ministério da Educação, para fiscalizar principalmente as IESs privadas em virtude de sua grande representatividade no

cenário nacional, nesse sentido, a implantação de *blockchain* para registro e autenticação de diplomas digitais de graduação em IES privadas deve ser bastante criteriosa e merecedora de uma proposta específica para se evitar problemas legais. Esse trabalho aplicado é inédito e relevante, pode ser utilizado como referência para outras IESs privadas que precisam atender as exigências legais do MEC referentes a implementação do diploma digital e que tenham processos de expedição e registro de diplomas semelhantes a Secretaria de Registros da FGV (SRA) em São Paulo.

1.5 MÉTODO DE PESQUISA

Durante uma reunião para discussão de projetos estratégicos, o pesquisador enquanto colaborador da Escola de Administração de Empresas de São Paulo, da Fundação Getúlio Vargas (FGV EAESP), tomou ciência que a área de tecnologia da informação estava implementando um projeto para digitalização do acervo acadêmico com desenvolvimento de uma secretaria digital. Como o pesquisador já havia tomado conhecimento sobre a portaria que instituiu o diploma digital, percebeu uma oportunidade para ajudar a Escola bem como outras IES particulares no entendimento de questões legais e técnicas, além de agregar valor propondo a utilização da tecnologia de *blockchain* para registro e validação de diplomas. Nesse sentido, e conforme Benbasat, Goldstein e Mead (1987), optou pelo desenvolvimento de um estudo de caso, apropriado quando a pesquisa e a teoria estão em seus estados iniciais, em estágio de formação, onde há poucas pesquisas relacionadas sobre o tema, ou onde a experiência dos envolvidos é importante e o contexto da ação é crítica. Segundo Yin (2010), o estudo de caso é caracterizado por uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo em profundidade e seu contexto de vida real, especialmente quando não são claramente evidentes os limites entre o fenômeno e o contexto.

No tocante aos objetivos e resultados, Yin (2010) classifica os estudos de caso em três categorias: exploratório, descritivo e explanatório. Esse trabalho aplicado possui caráter descritivo, forma utilizada quando a intenção é descrever ou narrar fatos ou situações que sejam importantes para o entendimento de uma teoria, ou seja, permitem ao investigador a descrição de um fenômeno dos tempos atuais, contemporâneo, dentro de um contexto real. Para se responder devidamente à questão de pesquisa não é necessária análise estatística de dados, portanto, para esse estudo de caso a abordagem foi exclusivamente qualitativa através de

análises documentais e a realização de entrevistas presenciais gravadas, contatos telefônicos e envio de e-mails com perguntas previamente formuladas.

Para a seleção dos profissionais que seriam entrevistados, o pesquisador utilizou o critério de competência gerencial e técnica, optando por colaboradores que possuem *know-how* em suas respectivas áreas de atuação. Para tanto, foram entrevistados quatro profissionais: duas colaboradoras da Secretaria de Registros Acadêmicos (SRA) da Fundação Getulio Vargas em São Paulo, qualificadas no atendimento a processos operacionais de expedição, registro e validação de diplomas, bem como questões mais gerenciais e estratégicas; um colaborador alocado no Núcleo de Documentação da Fundação Getulio Vargas em São Paulo e; uma colaboradora da área de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) da Fundação Getulio Vargas no Rio de Janeiro, especializada em arquitetura de sistema e em gerenciamento de projetos de tecnologia na FGV.

Na SRA foram entrevistadas a Gerente da Secretaria de Registros Acadêmicos e a Secretária Escolar da SRA, nas datas 21/02/19 e 01/03/19, respectivamente. A entrevista com a Gerente da SRA foi gravada em um arquivo de áudio e depois transcrita. Já a entrevista realizada com a Secretária Escolar da SRA ocorreu com o auxílio do telefone com envio das respostas através de e-mail.

A entrevista com o responsável pelo Núcleo de Documentação e com a Gerente de Projetos da TIC foram realizadas por telefone nas datas de 27 e 28/02/19, respectivamente, com envio posterior das respostas por e-mail.

Todos os entrevistados tinham ciência da promulgação da Portaria nº 330, de 04 de abril de 2018 (BRASIL, 2018b) que dispõe sobre a emissão de diplomas em formato digital nas instituições de ensino superior pertencentes ao sistema federal de ensino. A Portaria nº 554 que regulamenta parte do processo da expedição, registro e validação do diploma digital foi promulgada somente em 11 de março de 2019 (BRASIL, 2019).

As respostas as perguntas previamente formuladas serviram de base para o desenvolvimento do estudo de caso, permitindo que as descobertas obtidas através da revisão e literatura e os resultados obtidos pudessem ser validados e tangibilizados para a realidade da FGV EAESP.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ENSINO SUPERIOR NO BRASIL

No final do século XII, início do século XIII, surgem na Europa as primeiras Escolas de Ensino Superior sob a influência e autoridade da Igreja Católica. Bastante elitizadas, o objetivo dessas primeiras escolas era formar os filhos dos nobres. Mais tarde, no século XVIII, surgem as grandes instituições de excelência, voltadas ao ensino mais profissional, a aplicabilidade, rentabilidade, buscando integração entre ensino e pesquisa e adequando-se a questões econômicas e sociais de cada país (CUNHA; RIBEIRO, 2011). As primeiras universidades na América Latina foram influenciadas por três modelos educacionais: o Alemão, o Francês e o Anglo-Saxônico. No modelo Alemão o objetivo era criar e transmitir conhecimento. No Francês, objetivava-se a formação técnica profissional. Já no Anglo-Saxônico, a ideia era formar especialistas para o mercado de trabalho (MAGALHÃES, 2006). Ainda segundo Magalhães (2006), as primeiras Escolas de Ensino Superior surgiram no Brasil no século XVII. As aulas de Filosofia e Teologia eram ministradas por religiosos e sob a orientação dos Jesuítas. Segundo Rodrigues (2011,p.45) “só com a vinda da família imperial portuguesa são criados os primeiros cursos de engenharia, medicina, direito e agronomia”. Ainda segundo Rodrigues (2011), com a junção das escolas superiores de formação profissional, foram criadas em 1920 a Universidade Federal do Rio de Janeiro (primeira universidade brasileira) e em 1934 a Universidade de São Paulo. Para Stallivieri (2016), as universidades brasileiras possuem grandes diferenças em relação as universidades latino-americanas, são mais jovens e resultam da necessidade do mercado pela formação de profissionais com qualificação fundamentalmente nas áreas de engenharia, medicina e direito.

Em 1961 surgem os programas de mestrado do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), em 1963 a Coordenação dos Programas de Pós Graduação em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e no mesmo ano os primeiros programas de mestrado da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (GOMES, 2011). Na década de 70 se expandia a quantidade de universidades espalhadas nos grandes centros, sendo algumas privadas. O ensino privado começa a ganhar maior força e relevância devido à grande demanda de estudantes que não conseguiam vagas nas universidades públicas (RODRIGUES, 2011). A partir da promulgação da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional para os cursos de graduação, especialização, aperfeiçoamento,

mestrado e doutorado, intensificou-se o surgimento de IES com finalidades lucrativas, com grande aumento no número de matrículas no ensino superior (BRASIL,1996). Segundo dados atualizados do INEP (2017), há 2448 IESs no Brasil, sendo 87,3% faculdades privadas que ofertaram 92,4% das vagas em cursos de graduação, portanto, a representatividade no cenário educacional das privadas é muito maior se comparado as públicas. Vale ressaltar que o Programa Universidade para Todos (PROUNI) e o Fundo de Financiamento Estudantil (FIES) contribuíram para o avanço no número de matrículas no ensino superior privado nos últimos anos. Para Tachibana, Filho e Komatsu (2015), a mudança mais importante para o acesso aos estudantes ao FIES foi a queda da taxa de juros dos 9% ao ano inicialmente, para 6,5% ao ano em 2006 e 3,4% ao ano em 2010.

Segundo Brasil (2009a), o ensino superior no Brasil é oferecido por universidades, centros universitários, faculdades, institutos superiores e centros de educação tecnológica. Há três tipos de graduação, bacharelado, licenciatura e formação tecnológica. Já os cursos de pós-graduação são divididos entre lato sensu representados pelas especializações e pelos MBAs e stricto sensu, pelos mestrados acadêmicos, mestrados profissionais, doutorados acadêmicos e doutorados profissionais. Ainda segundo Brasil (2009), além dos cursos presenciais, o aluno pode cursar as aulas na modalidade totalmente a distância ou semipresencial, com aulas presenciais e a distância. Segundo o INEP (2017), a procura por cursos a distância vem crescendo nos últimos anos. Cerca de 33,3% dos ingressantes em 2017 fizeram matrícula em cursos a distância.

Segundo Oliveira (2018), antes de iniciar suas atividades na oferta de cursos superiores, tanto na modalidade presencial quanto a distância, as instituições precisam atender a diversas exigências do MEC, uma delas é solicitar seu credenciamento.

O pedido de credenciamento pode ser realizado através da internet pelo site do e-MEC¹. Estando credenciada, a IES pode solicitar autorização ao MEC para criar novos cursos, ofertar turmas e abrir processo seletivo. Se o curso tiver duração de quatro anos, no segundo ano a IES deve solicitar seu reconhecimento ao MEC. Já se o curso tiver duração de cinco anos, esse processo de reconhecimento deve ser iniciado no terceiro ano (UNIVERSIA, 2002).

O reconhecimento do curso pelo Ministério da Educação é condição fundamental para a validação do diploma de nível superior, permitindo ao profissional fazer seu registro no Conselho Regional da profissão, a prestação de concurso público e a continuidade dos estudos em um curso de pós-graduação (OLIVEIRA, 2018).

¹ <http://emec.mec.gov.br/>

Ainda segundo Oliveira (2018), a avaliação das instituições, dos cursos e do desempenho dos estudantes é feita conforme os padrões estabelecidos no Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES). O Conceito Institucional (doravante CI) é a nota de 1 a 5 atribuída à IES pela sua estrutura física, Plano de Desenvolvimento Institucional e políticas de Recursos Humanos. Já o Índice Geral de Cursos (doravante IGC) é a média calculada pela avaliação de todos os cursos de graduação e pós-graduação que são ofertados pela IES (OLIVEIRA, 2018)

Conforme o Art. 2º da Portaria nº 315, de 04 de abril de 2018, “compete à Secretaria de Regulação da Educação Superior – SERES apurar indícios e irregularidades na oferta de educação superior, mediante a instauração de processo administrativo de supervisão” (BRASIL,2018a).

2.2 PROCESSO DE EXPEDIÇÃO E REGISTRO DE DIPLOMAS SEGUNDO AS LEIS APLICÁVEIS

2.2.1 Expedição e Registro de diplomas impressos

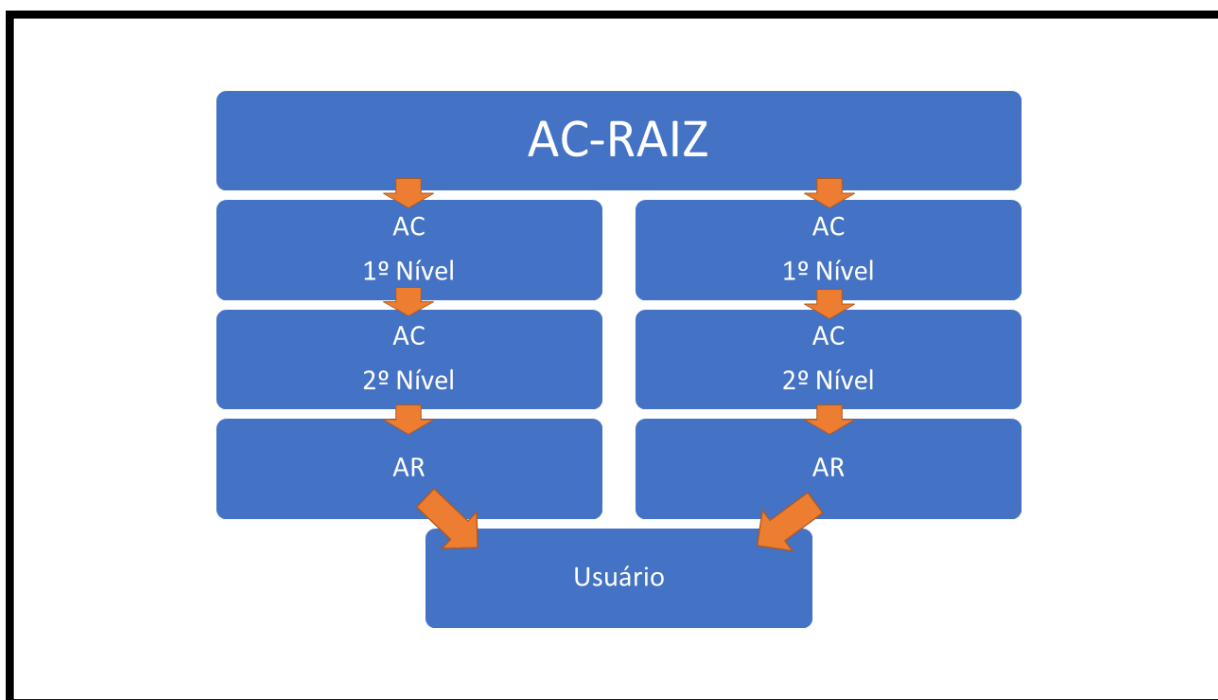
Todas as IES, públicas ou privadas brasileiras devem atender a Portaria nº 1095, de 25 de outubro de 2018 que dispõe sobre a expedição e o registro de diplomas de cursos superiores de graduação no âmbito do sistema federal de ensino (BRASIL,2018d). Ainda segundo o Art. 3º da Portaria nº 1095, de 25 de outubro de 2018, as universidades possuem autonomia para expedir e registrar seus diplomas, mas os expedidos por instituições não universitárias devem ser registrados por universidades credenciadas (BRASIL,2018d). Já segundo o Art. 6º da Portaria nº 1095, de 25 de outubro de 2018, as faculdades vinculadas ao sistema federal de ensino poderão registrar seus diplomas de graduação na forma do decreto nº 9235 de 15 de dezembro de 2017 (BRASIL,2018d). O Art. 27º do decreto nº 9.235, de 15 de dezembro de 2017 esclarece que esse benefício é concedido mediante solicitação ao MEC somente às faculdades que tenham obtido Conceito Institucional (doravante CI) máximo nas duas últimas avaliações, que tenham ofertado pelo menos um curso de pós-graduação *stricto sensu* reconhecido pelo MEC e que não tenham sido penalizadas em decorrência de processo administrativo de supervisão nos últimos dois anos (BRASIL, 2017).

As informações necessárias para a emissão do diploma devem ser coletadas de seu acervo acadêmico. O Art. 45º da Portaria nº 315, de 04 de abril de 2.018 especifica que o acervo acadêmico, independente da fase em que se encontrem ou de sua destinação final, deverão ser convertidos para o meio digital no prazo de dois anos (BRASIL,2018d). O Art. 46º da Portaria nº 315, de 04 de abril de 2.018 por sua vez, especifica que esse acervo acadêmico digital deve ser controlado por um sistema especializado de gerenciamento de documentos que tenha capacidade de indexação, de modo que os documentos possam ser recuperados com facilidade, além disso, o método de reprodução do acervo acadêmico deve ser seguro com utilização de certificação digital padrão da Infraestrutura de Chaves Públicas Brasileira (doravante ICP-Brasil), para garantir a autenticidade, a integridade e a validade jurídica do acervo (BRASIL,2018a). As políticas do ICP-Brasil são mantidas pelo Instituto Nacional de Tecnologia da Informação, uma autarquia federal, vinculada à Casa Civil da Presidência da República. A ICP-Brasil é

Uma cadeia hierárquica de confiança que viabiliza a emissão de certificados digitais para identificação virtual do cidadão, zelando pela autenticidade, integridade, confiabilidade, disponibilidade, rastreabilidade e validade jurídica e nacional dos documentos emitidos (ITI, 2019).

Segundo ITI (2019) e conforme Decreto nº 6605, de 14 de outubro de 2008 (BRASIL, 2008), a função de autoridade gestora de políticas de certificação digital é exercida pelo Comitê Gestor da Infraestrutura de Chaves Públicas Brasileira – CG ICP – Brasil. Ainda segundo ITI (2019), a Estrutura do ICP – Brasil é composta por vários níveis hierárquicos, sendo a Autoridade Certificadora AC-RAIZ ou Instituto Nacional de Tecnologia da Informação a autoridade máxima. Segundo Benefícios e Aplicações da Certificação Digital ([201-]), (Figura 1), as Autoridades Certificadoras de 1º Nível são responsáveis pela autenticação, emissão, revogação e gerenciamento dos certificados digitais de Autoridades Certificadoras. As Autoridades Certificadoras de 2º Nível são responsáveis pela autenticação, emissão, revogação e gerenciamento dos certificados digitais. Já os Agentes de Registro (AR) são responsáveis pela identificação do usuário e por solicitar e emitir os certificados.

Figura 1 - Estrutura hierárquica ICP-Brasil




Fonte: Adaptado de Benefícios e Aplicações da Certificação Digital ([s.d.])

Para Valid (2017), a ICP-Brasil é um conjunto de técnicas, práticas e procedimentos que garantem por meio do uso de um par de chaves criptográficas, a segurança aos documentos eletrônicos e as transações. Rojas, Custódio e Ricardo (2004) definem chaves criptográficas como sendo um conjunto de bits que baseados em um determinado algoritmo cifram e decifram informações. Uma das chaves é pública, ou seja, de conhecimento geral e a outra é privada, onde os dados estão consolidados em um “certificado digital” de posse somente do proprietário (VALID, 2017). Segundo Monteiro e Mignoni (2007), o certificado digital é um arquivo eletrônico armazenado em mídia digital que além de deter os dados do indivíduo, também armazena sua chave pública. Ainda segundo Monteiro e Mignoni (2007), o certificado é chancelado de forma digital pela entidade emissora ou Autoridade Certificadora (AC), com o objetivo de interligar a chave pública a uma pessoa ou entidade.

O Art. 16º da Portaria nº 1095 de 25 de outubro de 2018 define que o diploma do curso de graduação deve ser uniforme para todas as IESs, apresentando em seu anverso informações que identificam o diplomado, o grau conferido, o curso, as autoridades que assinam, bem como a data de conclusão do curso, a data da colação de grau e a data da expedição do diploma. Já no verso, deve conter informações de identificação da IES, seu número do ato autorizativo de credenciamento e espaço próprio para aposição do registro do diploma, contendo o número do ato autorizativo de credenciamento, ato que atribui a prerrogativa para registro de diplomas às

faculdades ou o nome e cargo da autoridade máxima da IES registradora ou de seu representante legal mediante procuração específica ou por ato de delegação de poderes, no caso de instituições públicas (BRASIL,2018d). Conforme apresentado nas Figuras 2 e 3 (USP, 2018a), a Universidade de São Paulo disponibiliza em seu site um modelo de diploma a ser utilizado pelas IES privadas.

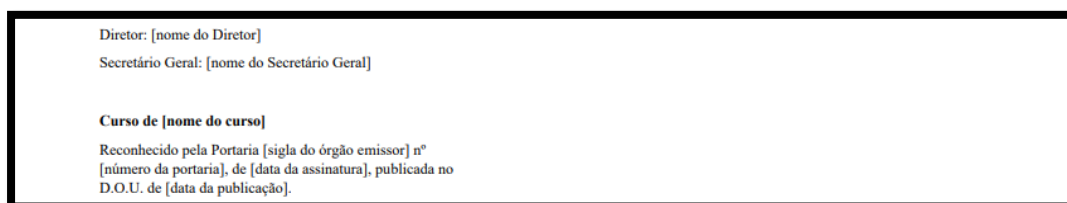
Figura 2 - Modelo anverso diploma



Modelo anverso do diploma da USP. O documento contém o brasão da República Federativa do Brasil no canto superior esquerdo. No topo centralizado, há o campo "[Nome da Faculdade]". No canto superior direito, há o campo "[símbolo da faculdade]". O corpo do texto começa com: "O Diretor da [nome da faculdade], no uso de suas atribuições e tendo em vista a colação de grau do Curso de [nome do curso], em [data da colação de grau por extenso], confere o título de". Segue o campo "[título], a", depois "[nome do diplomado]". Abaixo, especifica-se: "brasileiro(a), natural do Estado [nome do estado], nascido(a) a [data de nascimento por extenso], RG nº 00.000.000-0 - SP". O texto continua: "e outorga-lhe o presente Diploma, a fim de que possa gozar de todos os direitos e prerrogativas legais.". Segue o campo "[local], [data da expedição do diploma por extenso]". Na base, há três linhas de assinatura: "Secretário Geral" à esquerda, "Diplomado(a)" no centro, e "Diretor" à direita.

Fonte: USP (2018a)

Figura 3 - Modelo verso diploma



Modelo verso do diploma da USP. O documento contém as seguintes informações: "Diretor: [nome do Diretor]" e "Secretário Geral: [nome do Secretário Geral]". Abaixo, há o campo "Curso de [nome do curso]". O texto finaliza com: "Reconhecido pela Portaria [sigla do órgão emissor] nº [número da portaria], de [data da assinatura], publicada no D.O.U. de [data da publicação].".

Fonte: USP (2018a)

Tanto as IESs que possuem prerrogativa para registrarem seus próprios diplomas quando as que dependem das Universidades Públicas Federais, devem apresentar minimamente os seguintes documentos para registro do diploma segundo o Art. 12º da Portaria nº 1095, de 25 de outubro de 2018:

Ofício ou documento equivalente de encaminhamento do diploma expedido à IES registradora, assinado pela autoridade responsável da IES expedidora; termo de responsabilidade da autoridade competente para a expedição do diploma atestando a regularidade do diploma conferido ao aluno e dos atos de expedição; cópia dos documentos de identidade civil do aluno diplomado; prova de conclusão do ensino médio ou equivalente; histórico escolar do curso superior concluído; diploma a ser registrado; e termo de responsabilidade da autoridade competente para o registro do diploma atestando a regularidade dos procedimentos realizados para o registro (BRASIL, 2018d, p. 32).

A critério de cada IES registradora, poderão ser exigidos documentos adicionais como:

Prova da colação de grau; comprovação de conclusão de estágio curricular; guia de transferência ou documento que prove a transferência de ofício, quando for o caso; certidão de nascimento ou casamento; número de inscrição no Cadastro de Pessoas Físicas - CPF; título de eleitor; e ato de naturalização publicado no Diário Oficial da União – DOU (BRASIL, 2018d, p. 32).

De acordo com o Art. 13º da Portaria nº 1095, de 25 de outubro de 2018, as IES devem manter livros de anotações de expedição e registro de diplomas, em meio físico ou eletrônico a critério da instituição. No tocante ao formato digital, o registro eletrônico deverá atender os requisitos da Infraestrutura de Chaves Públicas Brasileira – ICP. Deverão constar nos registros segundo o Art. 14º da Portaria nº 1095, de 25 de outubro de 2018 as seguintes informações:

Número do registro; número do diploma; número do processo; nome completo do diplomado; data e local de nascimento; nacionalidade; cédula de identidade, indicando o órgão expedidor e a Unidade da Federação; nome do curso; atos de autorização, de reconhecimento ou de renovação de reconhecimento do curso com a data de publicação no DOU; data da conclusão do curso; data da colação de grau; data da expedição do diploma; data do registro do diploma; título ou grau conferido; nome da instituição de educação superior; razão social da mantenedora da instituição de educação superior e respectivo número do Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas - CNPJ; nome e número do CPF do responsável pelo registro ou, no caso de servidor público, o número da matrícula; e assinatura do dirigente máximo ou do responsável formalmente designado, com a indicação do ato de delegação respectivo (BRASIL, 2018d, p.32-33).

As IES públicas e privadas que possuem prerrogativa para o registro dos diplomas por elas expedidos deverão publicar extrato das informações sobre o registro no DOU, no prazo máximo de trinta dias, contados da data do registro. As IES que não possuem a prerrogativa devem publicar o mesmo extrato no prazo de trinta dias, contados da data de recebimento pela instituição de educação superior expedidora do diploma devidamente registrado. Segundo Art.

21º da Portaria nº 1095, de 25 de outubro de 2.018, o extrato de informações a ser publicado deverá conter minimamente o seguinte:

Nome da mantenedora e da mantida; número do CNPJ da mantenedora; quantidade de diplomas registrados no período; intervalo dos números de registro dos diplomas; identificação do número do livro de registro e identificação do sítio eletrônico da IES no qual poderá ser consultada a relação de diplomas registrados (BRASIL, 2018d, p.33).

Além das informações para emissão, registro e publicação no DOU do extrato das informações sobre o registro, as IES devem manter banco de informações de registro de diplomas a ser disponibilizado em seu sítio eletrônico. Após o registro do diploma e segundo o Art. 23º da Portaria nº 1095, de 25 de outubro de 2.018, as IES têm prazo de 30 dias para disponibilizar os seguintes dados:

Nome do aluno diplomado; seis dígitos centrais do CPF do aluno diplomado; nome e código e-MEC do curso superior; nome e código e-MEC da IES expedidora do diploma; nome e código e-MEC da IES registradora do diploma; data de ingresso no curso; data de conclusão do curso; data da expedição do diploma; data do registro do diploma; identificação do número da expedição; identificação do número do registro; e data de publicação das informações do registro do diploma no DOU (BRASIL, 2018d, p.33).

Conforme previsto no Art. nº 9º da Portaria nº 1095 de 25 de outubro de 2.018, estão inclusos nos serviços educacionais prestados pela instituição a expedição e o registro do diploma, do histórico escolar final e do certificado de conclusão de curso, não ensejando a cobrança de qualquer valor, com exceção de apresentação decorativa, com a utilização de papel ou tratamento gráfico especiais, por opção do aluno (BRASIL, 2018d). No Estado de São Paulo, a Universidade de São Paulo está credenciada para o registro de diplomas de IESs privadas e recentemente disponibilizou em seu site um sistema para envio da documentação solicitada em formato digital, agilizando o processo. Segundo a Universidade de São Paulo, o custo para registro do diploma é de R\$ 150,00 (cento e cinquenta reais) (USP, 2018b). O Quadro 1 relaciona os requisitos obrigatórios e facultativos para expedição e registro de diplomas impressos.

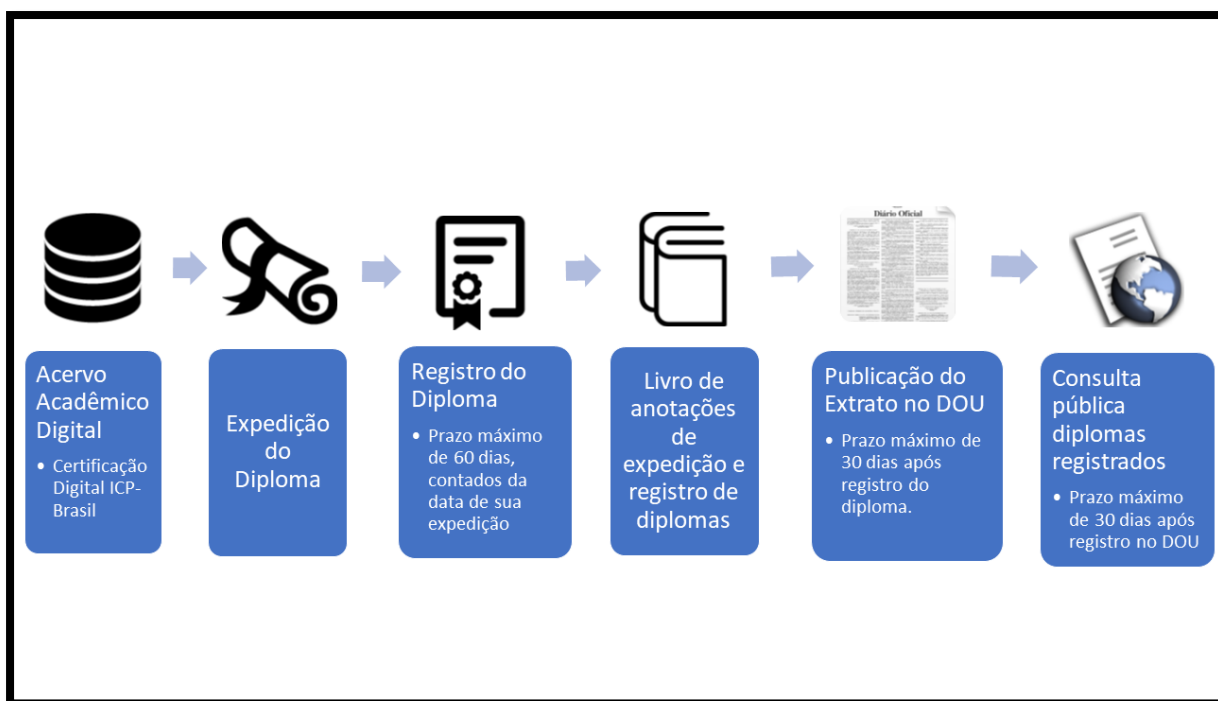
Quadro 1 – Requisitos obrigatórios para expedição e registro de diplomas impressos

Documento	Art.	Obrigatório (O) Facultativo (F)	Conceito	Referência
Portaria nº 315	1º	O	Dispõe sobre a expedição e o registro de diplomas de cursos superiores de graduação no âmbito do sistema federal de ensino	(BRASIL, 2018a)
Portaria nº 315	3º	O	Universidades possuem autonomia para expedir e registrar diplomas	(BRASIL, 2018a)
Decreto nº 9235	27º	F	Faculdades com CI = 5 nas últimas duas avaliações e com oferta de curso <i>stricto sensu</i> podem mediante solicitação ao MEC registrar seus próprios diplomas	(BRASIL, 2017)
Portaria nº 1095	9º	O	Determina que estão incluídos nos serviços educacionais prestados pela IES a expedição e o registro do diploma, do histórico escolar e do certificado de conclusão de curso, não ensejando a cobrança de qualquer valor.	(BRASIL, 2018d)
Portaria nº 1095	16º	O	Determina que o layout do diploma deve ser uniforme para todas as IES.	(BRASIL, 2018d)
Portaria nº 1095	12º	O	Define a relação mínima e adicional de documentos para registro de diplomas	(BRASIL, 2018d, p.32)
Portaria nº 1095	13º	O	Determina que todas as IES devem manter livros de anotações de expedição e registro de diplomas, em meio físico ou eletrônico.	(BRASIL, 2018d)
Portaria nº 1095	14º	O	Determina as informações que devem constar no registro do diploma.	(BRASIL, 2018d, p.32-33)
Portaria nº 1095	21º	O	Determina que todas as IES ficam obrigadas a publicar no DOU o extrato das informações sobre o registro do diploma. Especifica também os prazos.	(BRASIL, 2018d, p.33)
Portaria nº 1095	23º	O	Especifica que todas as IES devem disponibilizar no sítio eletrônico informações para verificação da veracidade dos diplomas expedidos e registrados.	(BRASIL, 2018d, p.33)
Portaria nº 315	45º	O	Acervo acadêmico deve ser convertido para meio digital no prazo de dois anos.	(BRASIL, 2018a)
Portaria nº 315	46º	O	Acervo acadêmico digital deve ser controlado por um sistema especializado de gerenciamento de documentos. Utilização de certificação digital padrão ICP-Brasil.	(BRASIL, 2018a)

Fonte: Elaborado pelo autor.

De forma sintetizada, o processo para expedição e registro de diplomas no formato impresso convencional pode ser observado na Figura 4.

Figura 4 - Processo expedição, registro e consulta pública de diplomas impressos



Fonte: Elaborado pelo autor.

2.2.2 Expedição e Registro de diplomas digitais

O Art. 1º da Portaria nº 330, de 05 de abril de 2018 do Ministério da Educação, determina que as instituições de ensino superior, público e privadas, pertencentes ao sistema federal de ensino devem realizar a emissão dos diplomas em formato digital em até dois anos contados a partir da data de regulamentação (BRASIL, 2018b).

Para Costa et al (2018), do ponto de vista mais prático e conforme parecer CNE/CES No. 226/2012 solicitado pela Universidade do Vale do Paraíba (BRASIL, 2013), o uso de diplomas digitais não é proibido, mas a Instituição de Ensino Superior deve oferecer ao aluno a opção de receber o diploma impresso, da forma tradicional.

A Portaria nº 554, de 11 de março de 2019 é o primeiro esforço do Ministério da Educação em regulamentar o diploma digital e “dispõe sobre a emissão e o registro de diploma de graduação, por meio digital, pelas Instituições de Ensino Superior - IES pertencentes ao Sistema Federal de Ensino” (BRASIL, 2019). Segundo Cristiane Dias Lepiane, representante da Secretaria de Educação Superior vinculada ao Ministério da Educação do Brasil (SESu/MEC), a Portaria nº 554, de 11 de março de 2019 tem como escopo o atendimento a seis eixos estruturais: define o que é o diploma e seu amparo legal; determina o ambiente que o diploma

digital deve ser implementado e suas garantias; relaciona suas especificidades técnicas; sua forma de gestão, responsabilidades e prazo para implementação. Ainda segundo Cristiane Dias Lepiane, o desenvolvimento da Portaria nº 554 teve como objetivo o atendimento a 10 eixos: o passivo dentro do ornamento jurídico brasileiro; a legislação federal vigente da educação; a autonomia e tradição das IES respeitando o simbolismo do diploma; inovação tecnológica; o atendimento a processos e procedimentos das IES; questões de segurança e legislação providas pelo ICP-Brasil; o cuidado com os dados trabalhados e a forma que são apresentados, trazendo ferramentas que ampliassem o ganho social e a conscientização ambiental (REDE ABMES, 2019).

Ainda segundo o Art. 2º da portaria nº 554, de 11 de março de 2019, “para o diploma digital aplica-se a mesma legislação federal vigente que regula a emissão e o registro do diploma”. Já no Art. 6º da portaria nº 554, de 11 de março de 2019, especifica que o diploma digital deve ser emitido no formato *Extensible Markup Language* (doravante *XML*), “valendo-se da assinatura avançada no padrão *XML Advanced Electronic Signature* (doravante *XAdES*)” (BRASIL, 2019). Para Cristiane Dias Lepiane, o *XML* do Diploma Digital é composto por dois arquivos interligados por um código, o *XML* da Documentação Acadêmica com dados privados e o *XML* do Diplomado contendo dados públicos. Os dados públicos não necessários para a composição da representação visual do diploma e o atendimento da legislação vigente de modo que o formando possa comprovar a conclusão do curso e a obtenção do grau. Já os dados privados são de uso institucional, necessários para expedição e registro do diploma, contendo toda a documentação acadêmica relacionada pelos artigos 12, 13 e 17 da Portaria nº 1095, de 25 de outubro de 2018, como por exemplo, os termos de responsabilidade da IES, os dados mínimos para emissão e registro do diploma, a documentação do aluno, histórico escolar, colação de grau, entre outros (REDE ABMES, 2019).

O *XML* é uma linguagem de marcação para criação de documentos com dados organizados hierarquicamente. A ideia do *XML* é padronizar uma sequência de dados visando a organização, a separação do conteúdo e a integração com outras linguagens (PEREIRA, 2009). Ainda segundo Pereira (2009), através de um arquivo *XML* é possível definir o conteúdo de um documento separadamente do seu formato, facilitando a reutilização do código para outras aplicações. Já a *XAdES* provê autenticação básica e proteção de integridade, além de satisfazer requisitos legais para assinaturas eletrônicas avançadas conforme definido na Diretiva Europeia (EU-DIR-ESIG). Uma assinatura *XAdES* é construída sobre uma assinatura *XMLDSig* (*XML-Signature Syntax and Processing*), adicionando informações que qualificam a assinatura e os dados assinados. Para validação do *XAdES*, algumas informações obrigatórias são

requeridas, como por exemplo, o horário em que o signatário criou a assinatura, uma referência ao certificado correspondente à chave privada que o assinante utilizou para assinar a assinatura *XMLDSig* e uma referência à política de assinatura que se aplica à assinatura (CENTNER, 2003). Ainda segundo Centner (2003), em adição as informações obrigatórias, algumas informações complementares podem ser fornecidas, dependendo do uso desejado e da política de assinatura, como por exemplo, o local onde o signatário supostamente gerou a assinatura, informações sobre o formato dos objetos e dados assinados, além de carimbos do tempo sobre determinados objetos de dados assinados.

Ainda segundo o Art. 6º da portaria nº 554, de 11 de março de 2019, o MEC esclarece que para garantir a integridade das informações prestadas e a correta formação dos arquivos *XML*, irá disponibilizar o *XML Schema Definition* (doravante *XSD*) com a estrutura do código e sua respectiva nota técnica. Complementa considerando que o *XSD* e a nota técnica são normativos complementares a Portaria (BRASIL, 2019). Segundo Cristiane Dias Lepiane:

O *XSD* é um arquivo codificado em linguagem baseada em padrão *XML* que contém a definição da estrutura de um documento *XML*, as definições de tipo, tamanho, ocorrência e regras de preenchimento dos elementos que compõe o documento *XML*, sendo usado para descrever e validar a estrutura e o índice de dados de *XML* (REDE ABMES, 2019).

No tocante aos signatários do diploma digital, o Art. 5º da Portaria nº 554, de 11 de março de 2019 determina que “serão os mesmos estabelecidos pela IES para o diploma em meio físico, exigindo-se de todos a assinatura digital com certificado ICP-Brasil tipo A3 ou superior”. Fica dispensada a assinatura digital do diplomado (BRASIL, 2019). Os certificados tipo A são os mais utilizados e servem para realizar assinaturas digitais em todos os tipos de documentos tendo como função atestar a autenticidade da operação e confirmar a integridade do documento assinado (PEREIRA, 2018). Ainda segundo Pereira (2018), os certificados do tipo A3 são os que possuem os níveis mais altos de criptografia e proteção das informações, utilizando chaves de 2048 *bits*. De acordo com Valid (2017), os certificados tipo A3 são disponibilizados em um hardware criptográfico na forma de um *Smartcard* ou um *Token*, sendo que o titular do certificado de posse de sua senha de acesso é o único que pode usar a chave privada.

O Art. 7º da Portaria nº 554, de 11 de março de 2019 determina que os dados a serem importados do *XML* para compor a representação visual do diploma digital estão previstos no Art. 16º da Portaria MEC nº 1095, de 2018 e que para fins decorativos será permitida a inclusão da imagem das assinaturas físicas na representação visual do diploma digital (BRASIL, 2019).

A fim de facilitar a consulta ao status do diploma digital, o Art. 6º da Portaria nº 554, de 11 de março de 2019 define que “o código assinado do *XML* do diploma digital deve estar condicionado a uma *Uniform Resource Locator - URL* única, a fim de facilitar a consulta ao status do documento a qualquer tempo”, além disso, em seu Art. 8º, determina que os mecanismos de acesso ao *XML* do diploma digital assinado serão um código de validação e um *QR Code* que deverão ser posicionados no anverso da representação visual do diploma digital, no canto inferior direito. Para consulta, o código de validação deve ser acompanhado do endereço eletrônico institucional permitindo a validação da autenticidade do documento e sua integridade através da verificação das assinaturas digitais aplicadas (BRASIL, 2019). Ainda segundo o Art. 8º da Portaria nº 554, de 11 de março de 2019, a *URL* única do diploma digital deve possibilitar o acesso somente aos dados públicos do diploma digital de modo que possibilite ao diplomado fazer o download da representação visual do *XML* do diploma digital; a visualização dos dados públicos do *XML* de forma amigável e sem a realização de download; a consulta do status do diploma (ativo / anulado) e a validação do *XML* assinado do diploma digital (BRASIL, 2019).

Segundo Cristiane Dias Lepiane, a inserção do código de validação do diploma na representação visual do diploma digital considerou questões estéticas do diploma, respeitando e preservando o *layout* e o *template* adotados pelas IES. Conforme figura 5, a rastreabilidade se dará através da junção de três grupos de dados, o código da IES emissora segundo o e-MEC, o código da IES registradora segundo o e-MEC e o código de localização do diploma digital (*hash* gerado automaticamente no final da composição dos *XMLs* privado e público).

Figura 5 - Estrutura código validação diploma digital



Fonte: Rede ABMES (2019).

O *QR Code* deve estar atrelado a *URL* única do documento digital, acessível de forma segura através de *HTTPS (Hyper Text Transfer Protocol Secure)*. Ainda segundo a Portaria, o MEC vai desenvolver um aplicativo para leitura do *QR Code*, validação do *XML* e visualização dos dados do diplomado (BRASIL, 2019). Segundo Cristiane Dias Lepiane, a *URL* única deve ser composta pelo domínio da instituição mais o código de localização do diploma digital e o

QR Code deve ser gerado segundo o padrão internacional ISO/IES 18004, utilizando nível mínimo de redundância “Q”, de forma a se evitar erros de leitura que impossibilite o acesso aos dados e informações (REDE ABMES, 2019).

O *QR CODE* consiste em um código de barras bidimensional que pode ser capturado pela câmera dos smartphones. Após sua decodificação, pode ser revertido em um texto ou em uma *URL* que ao ser selecionada encaminha o usuário à uma página web (PRASS, 2011). Já o *HTTPS*, insere uma camada de proteção entre o computador e o servidor, aumentando consideravelmente a segurança dos dados trafegados. No navegador de internet é comum aparecer na barra de endereços o símbolo de um cadeado fechado, indicando que a transação está sendo criptografada (ALVES, 2014).

Da mesma forma que o diploma convencional, o Art. 9º da Portaria nº 554, de 11 de março de 2019 determina que as IES ficam obrigadas a disponibilizar em seu sítio eletrônico um local para a consulta de código de validação do diploma digital. Para o portador do diploma, a Portaria prevê um ambiente virtual restrito para geração e download da representação visual e o *XML* do diploma digital. Também determina que as IES devem enviar ao MEC todos os arquivos *XML* dos diplomas digitais emitidos, além de disponibilizar ao Ministério da Educação uma *URL HTTPS* para acesso a esses *XMLs* (BRASIL, 2019).

O Quadro 2 relaciona os requisitos obrigatórios e facultativos para expedição e registro de diplomas digitais.

Quadro 2 – Requisitos obrigatórios para expedição e registro de diplomas digitais

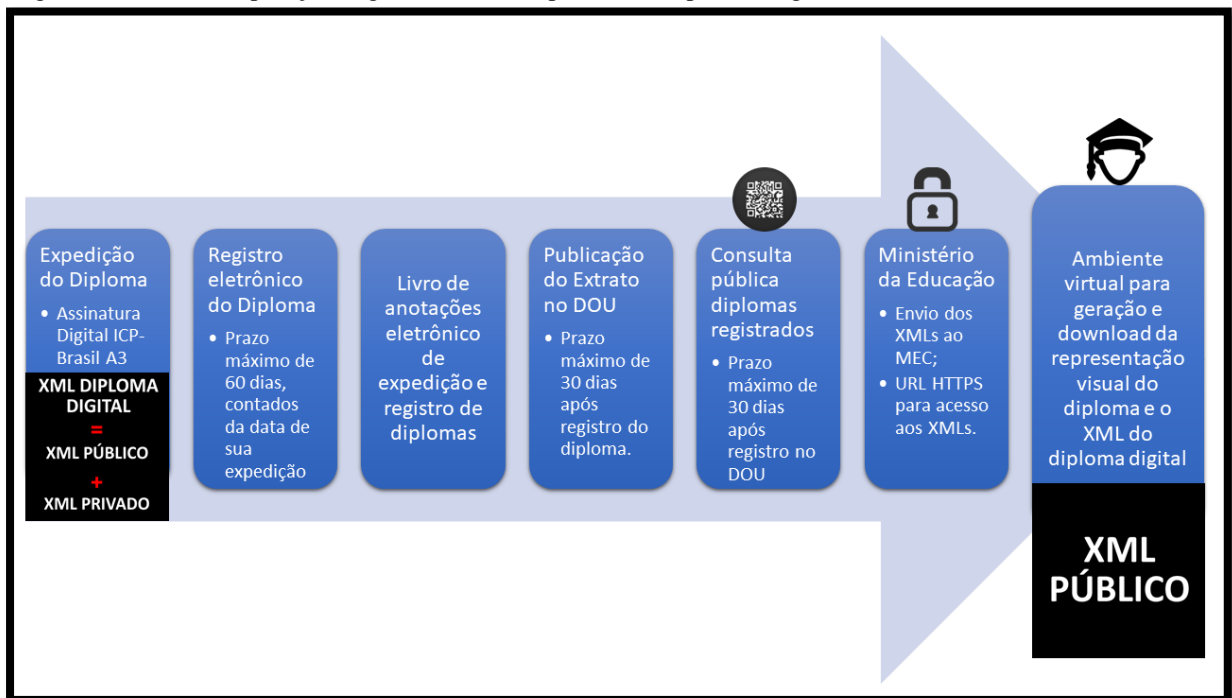
Documento	Art.	Obrigatório (O) Facultativo (F)	Conceito	Referência
Portaria nº 330	1º	O	Dispõe que as instituições de ensino superior, público e privadas, pertencentes ao sistema federal de ensino devem realizar a emissão dos diplomas em formato digital em até dois anos contados a partir da data de regulamentação	(BRASIL,2018b)
Parecer CNE/CES No. 226/2012	-	-	As IESs devem oferecer ao aluno a opção de receber o diploma impresso, da forma tradicional	(BRASIL,2012)
Portaria nº 554	1º	O	Regulamentação do diploma digital. Dispõe sobre a emissão e o registro de diploma de graduação, por meio digital, pelas Instituições de Ensino Superior - IES pertencentes ao Sistema Federal de Ensino	(BRASIL, 2019)
Portaria nº 554	2º	O	Determina que a legislação do diploma digital é a mesma do diploma impresso convencional.	(BRASIL, 2019)

Documento	Art.	Obrigatório (O) Facultativo (F)	Conceito	Referência
Portaria nº 554	5º	O	Determina que os signatários do diploma digital serão os mesmos do diploma impresso. Todos devem assinar digitalmente com certificado ICP-Brasil tipo A3 ou superior.	(BRASIL, 2019)
Portaria nº 554	5º	F	Fica dispensada a assinatura digital do aluno no diploma digital.	(BRASIL, 2019)
Portaria nº 554	6º	O	Determina que o diploma digital deve ser emitido no formato <i>XML</i> através de assinatura eletrônica padrão <i>XAdES</i> . O código assinado do <i>XML</i> do diploma digital deve estar condicionado em uma <i>URL</i> única. Portaria complementar deve ser promulgada com o <i>XSD</i> e respectiva nota técnica.	(BRASIL, 2019)
Portaria nº 554	7º	O	Determina que os dados a serem importados do <i>XML</i> para compor a representação visual do diploma digital estão previstos no Art. 16º da Portaria MEC nº 1095, de 2018.	(BRASIL, 2019)
Portaria nº 554	7º	F	Para fins decorativos será permitida a inclusão da imagem das assinaturas físicas na representação visual do diploma digital	(BRASIL, 2019)
Portaria nº 554	8º	O	Determina que os mecanismos de acesso ao <i>XML</i> do diploma digital assinado serão um código de validação e um <i>QR Code</i> que deverão ser posicionados no anverso da representação visual do diploma digital, no canto inferior direito. O código de validação deve ser acompanhado do endereço eletrônico para sua consulta. Já o <i>QR Code</i> deve estar atrelado a <i>URL</i> única do documento digital, acessível de forma segura através de <i>HTTPS</i> . A <i>URL</i> única deve permitir o download da representação visual do diploma, a visualização e o download do <i>XML</i> público de forma amigável, o status do diploma e a validação do <i>XML</i> assinado.	(BRASIL, 2019)
Portaria nº 554	9º	O	Determina que as IES ficam obrigadas a disponibilizar em seu sítio eletrônico um local para a consulta de código de validação do diploma digital. Especifica que a IES deve disponibilizar um ambiente virtual restrito ao aluno para geração e download da representação visual do diploma. As IES devem enviar ao MEC todos os arquivos <i>XML</i> dos diplomas digitais emitidos, além de disponibilizar ao Ministério da Educação uma <i>URL HTTPS</i> para acesso a esses <i>XMLs</i>	(BRASIL, 2019)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em síntese, o processo para expedição e registro de diplomas no formato digital pode ser observado na Figura 6.

Figura 6 - Processo expedição, registro e consulta pública de diplomas digitais



Fonte: Elaborado pelo autor.

O Art. 11º da Portaria nº 554, de 11 de março de 2019 determina que a emissão e o registro do diploma digital estão incluídos nos serviços educacionais prestados pelas IES, não ensejando a cobrança de qualquer taxa aos graduados. No parágrafo único do mesmo artigo, determina ainda que é permitida a cobrança de taxa quando o discente solicitar da IES a impressão da representação visual do diploma digital para fins de apresentação decorativa, com a utilização de papel ou tratamento gráfico especiais (BRASIL, 2019).

O Art. 13º da Portaria nº 554, de 11 de março de 2019 afirma que o Secretaria da Educação poderá expedir normas complementares (BRASIL, 2019).

2.3 BLOCKCHAIN, SUAS CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES

Não se sabe ao certo quem foi inventor no *blockchain*, mas sabe-se que a tecnologia foi desenvolvida em 2008 por Satoshi Nakamoto, pseudônimo utilizado pela pessoa ou pessoas que criaram a moeda virtual Bitcon. Segundo Nakamoto (2008), *blockchain* não se baseia em confiança, mas sim em provas criptográficas, permitindo que duas partes interessadas negociem sem a necessidade de um terceiro.

Blockchain é uma nova plataforma tecnológica que permite melhorar a capacidade de verificação e registro das trocas de valor entre um conjunto interconectado de usuários. Agrega uma forma transparente e segura para rastrear a propriedade de ativos antes, durante e depois de qualquer transação. Cada transação entre as partes da cadeia é um bloco e o conjunto cumulativo de transações em toda a rede é chamado de *blockchain* (ALLAYANNIS; FERNSTROM, 2017). Para Zainuddin ([201-]a), *blockchain* é uma tecnologia que potencializa a criptomoeda, representando uma nova solução para proteger dados de maneira transparente e segura através de sua estrutura descentralizada, sem a necessidade de intermediários ou terceiros, permitindo transações rápidas e de baixo custo.

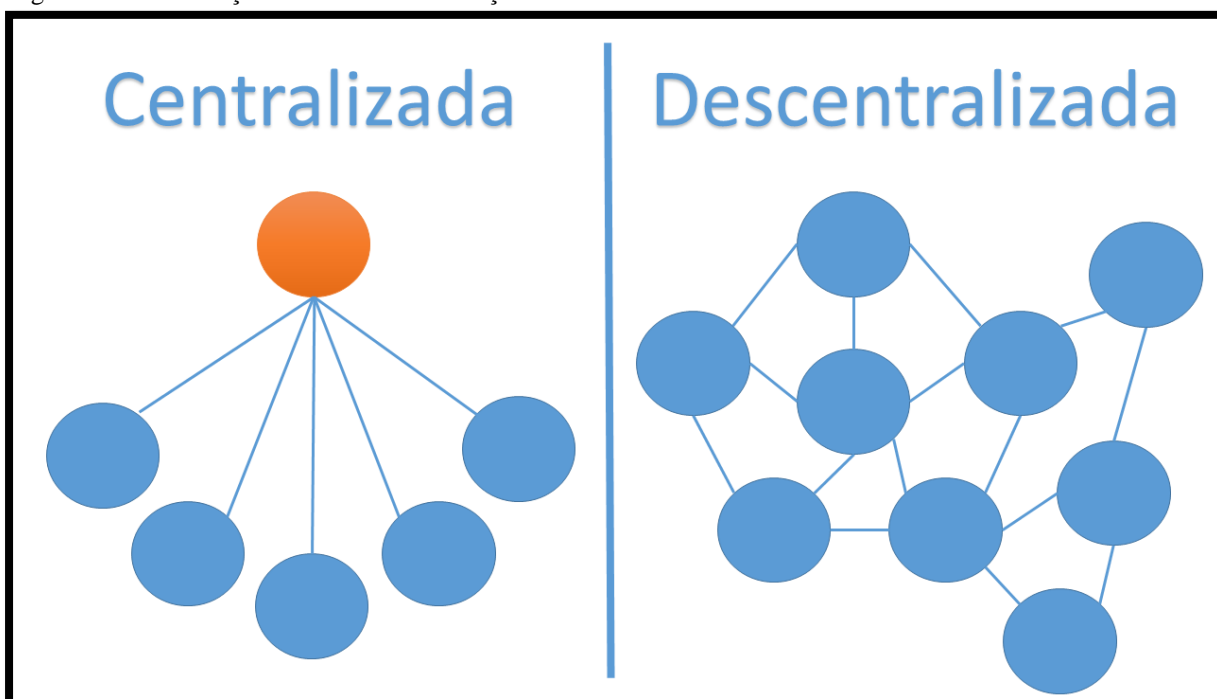
Segundo Underwood (2016), a tecnologia de contabilidade distribuída (*blockchain*) deve impulsionar uma mudança econômica em escala global, porque permite o desenvolvimento de soluções seguras, rápidas e transparentes, limpando o comportamento antiético.

De acordo com Diniz (2017), *blockchain* nasceu como um sistema de pagamentos, mas devido a seu funcionamento como livro de registros (*ledger*), começou a ameaçar vários setores pelo seu potencial disruptivo, de cartórios a sistemas de registros de transações comerciais. Ainda segundo Diniz (2017), as aplicações de *blockchain* que estão fora daquelas de pagamento (identificadas como *Blockchain 1.0*) receberam a denominação de *Blockchain 2.0*.

A tecnologia de *blockchain* possui seis características chaves: não pode ser corrompida, pois cada nó na rede possui uma cópia do registro digital; é descentralizada, ou seja, não tem nenhuma autoridade que a governe; possui segurança melhorada onde nenhuma característica da rede pode ser alterada em benefício de alguém; possui registros distribuídos mantidos por todos; prospera através de algoritmos de consenso onde as decisões são tomadas pela maioria, além de possuir acordos mais rápidos que os sistemas tradicionais (ANWAR, 2018a).

Há dois tipos de *blockchain*: a privada e a pública (ALLAYANNIS; FERNSTROM, 2017). Segundo Zainuddin ([201-]a), a principal diferença entre elas é o nível de acesso concedido aos participantes. As públicas são totalmente descentralizadas, permitindo a participação de qualquer pessoa na verificação ou adição de dados. Já as privadas ou permissionadas são mais centralizadas, permitindo que somente determinadas entidades autorizadas participem da rede e concedendo direitos e restrições específicos aos participantes, ou seja, limitando o acesso ou a determinadas funções, como gravação ou leitura de dados (Figura 7).

Figura 7 - Centralização versus descentralização



Fonte: Adaptado de Zainuddin ([201-]b).

De acordo com Zainuddin ([201-]a), há vantagens e desvantagens em cada tipo de *blockchain* (Quadro 3).

Quadro 3 – Comparação entre *blockchain* privada e pública

	Blockchain Privada	Blockchain Pública
Velocidade	Mais rápidos e escaláveis. Existência de participantes autorizados resulta em tempos significativamente menores na obtenção de um consenso.	Mais lento, pois a obtenção de consenso sobre o estado das transações leva muito mais tempo. Há limites com relação a quantidade de transações por bloco.
Segurança	Maior propensão a manipulação. A integridade da rede depende da credibilidade de nós autorizados. Atores externos precisam confiar sem ter controle sobre o processo de verificação.	Transações são publicamente transparentes e imutáveis. Dados não podem ser adulterados ou alterados. Com mais nós na rede é mais difícil para um ator mal intencionado atacar a rede
Privacidade	Facilidade para restringir acesso a dados ou a determinadas funções.	Dificuldade para manter dados em sigilo, pois todos os dados relacionados e transações estão abertos para serem verificados pelo público
Centralização / Descentralização	Centralizada	Descentralizada
Consumo energia	Menor consumo	Maior consumo. O algoritmo POW consome grande quantidade de recursos elétricos para funcionar, levantando preocupações com o meio ambiente.

Fonte: Adaptado de Zainuddin ([201-]a).

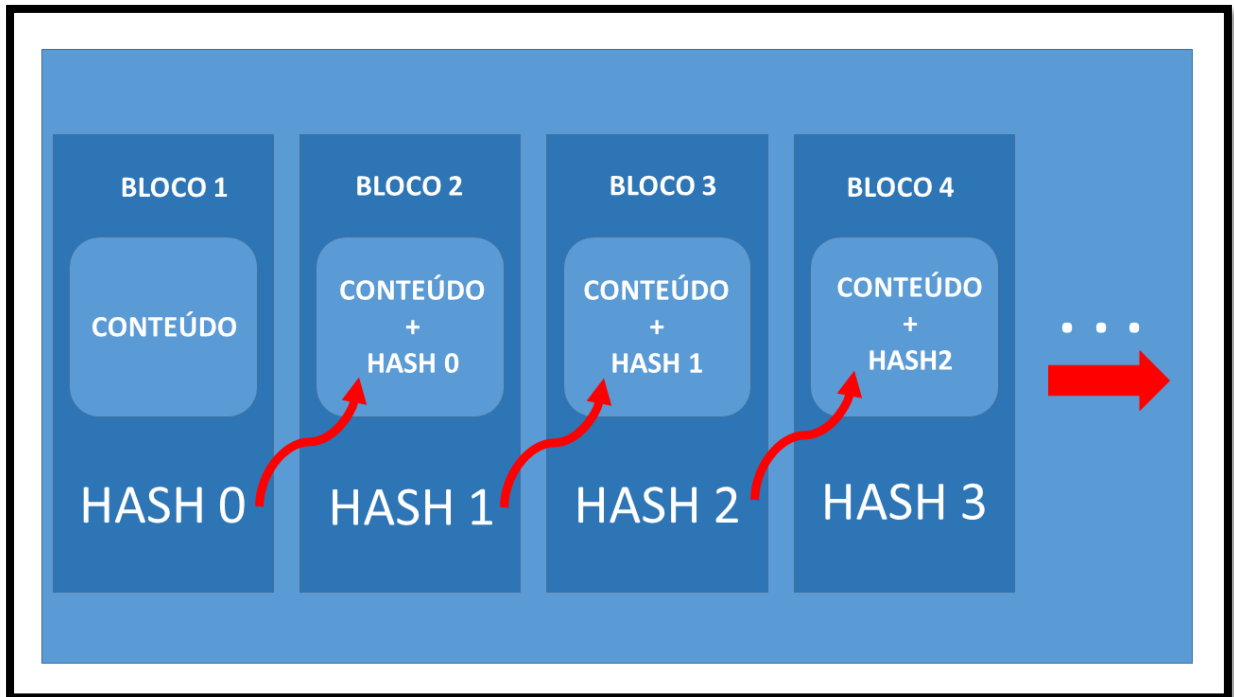
Ainda de acordo com Zainuddin ([201-]a), algumas organizações estão trabalhando com um modelo híbrido, combinando banco de dados privado com *blockchain* pública. Para Singh (2018), as organizações podem utilizar uma *blockchain* híbrida, combinando soluções de *blockchain* privadas e públicas. Ainda segundo Singh (2018), através de uma *blockchain* híbrida as organizações podem controlar o acesso com um certo grau de liberdade, mantendo questões comuns como integridade, transparência e segurança. A transparência e a privacidade da *blockchain* híbrida depende de como os proprietários definem as regras.

Orcutt (2018) afirma que a arquitetura por trás da tecnologia de *Blockchain* é segura porque se baseia em uma rede distribuída, onde o *ledger* é armazenado em várias cópias em uma rede de computadores, chamados “nós”. Uns subconjuntos de nós competem para empacotar essas transações válidas em “blocos”.

Segundo Sainuddin ([201-]b), as informações que são adicionadas ao *ledger* precisam ser verificadas e validadas através de um mecanismo de consenso, que é um processo de obtenção de um acordo unificado sobre o status da rede de forma descentralizada. Através do mecanismo de consenso, é possível garantir sem a necessidade de figuras centrais ou intermediárias que uma única fonte de verdade seja sempre encontrada e acordada entre os computadores da rede. Segundo Araujo (2018), as entidades validadoras do *blockchain* são chamadas de “*peers*”, que possuem uma cópia do *ledger* e de posse do *smartcontract* (que define as regras de como elas serão autenticadas, autorizadas e validadas), validam a transação por consenso, ou seja, 50% + 1 dos *peers* precisam autenticar a transação para que seja válida.

Para Segundo Binance Academy (2018), o mecanismo de consenso das redes públicas descentralizadas é realizado por algoritmo que segue um protocolo, garantindo que todas as transações ocorram de forma confiável e sem gasto duplo (*double-spending*).

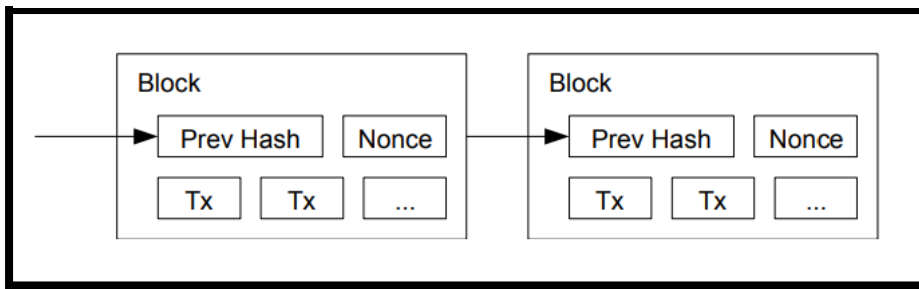
De acordo com Nakamoto (2008), o problema de *double-spending* é resolvido por um servidor de *timestamp* (carimbo do tempo), onde todos os dados da transação são carimbados com informações sobre a data e a hora de sua realização. Segundo Diniz (2017), cada nova transação que é realizada armazena as informações das anteriores, gerando um bloco de transações e um novo carimbo, com o registro dessa nova transação e de todas as anteriores. Segundo Orcutt (2018), cada um desses blocos possui uma impressão digital única chamada de “*hash*” e cada novo bloco inclui o *hash* exclusivo do bloco anterior, portanto, os *hashes* servem como links no *blockchain* e tornam essa cadeia inviolável (Figura 8).

Figura 8 - Modelo de blocos do *blockchain*

Fonte: Adaptado de Prado (2017).

No tocante aos algoritmos de consenso que garantem a segurança do *blockchain*, Gupta (2017) afirma que o algoritmo *Proof of Stake* (PoS) está na vanguarda dos algoritmos, mas a atual geração de *blockchain* ainda utiliza o *Proof of Work* (PoW). Ainda segundo Gupta (2017), no PoW, as decisões de consenso são tomadas pelo grupo com maior capacidade total de processamento, e a esses grupos se dá o nome de mineradores, que gerenciam amplos centros de dados para oferecer essa segurança em troca de remuneração, normalmente criptomoedas como o Bitcoin. Para Binance Academy (2018), esse trabalho de mineração envolve alto poder de processamento para solucionar o problema matemático do próximo bloco, e o algoritmo de consenso *PoW* garante que mineradores validem novos blocos de transações adicionando-os ao *blockchain* somente se a rede distribuída de nodes chegar a um consenso concordando que a solução apresentada para o problema matemático é uma comprovação válida do esforço empregado no processo. Segundo Nakamoto (2008), o algoritmo *PoW* acrescenta um *nonce* (número arbitrário) ao final do bloco (Figura 9), exigindo que o minerador utilize grande capacidade computacional para procurar por pelo valor desse *nonce* que adicionado aos dados do bloco e as novas transações, gere um *hash* com uma quantidade determinada de zeros no início. Ainda segundo Nakamoto (2008), essa quantidade de zeros é ajustada conforme a capacidade de processamento da rede.

Figura 9 - Algoritmo PoW - nonce



Fonte: Nakamoto (2008)

Ainda segundo Binance Academy (2018), o mecanismo de mineração *PoS* utiliza o capital alocado de cada participante para validação de novos blocos, onde o investimento substitui o poder computacional alocado ao processo. O quadro 4 relaciona os algoritmos de consenso com o consumo de energia, transações por segundo, taxas de transação, tipo de estrutura e exemplo de utilização.

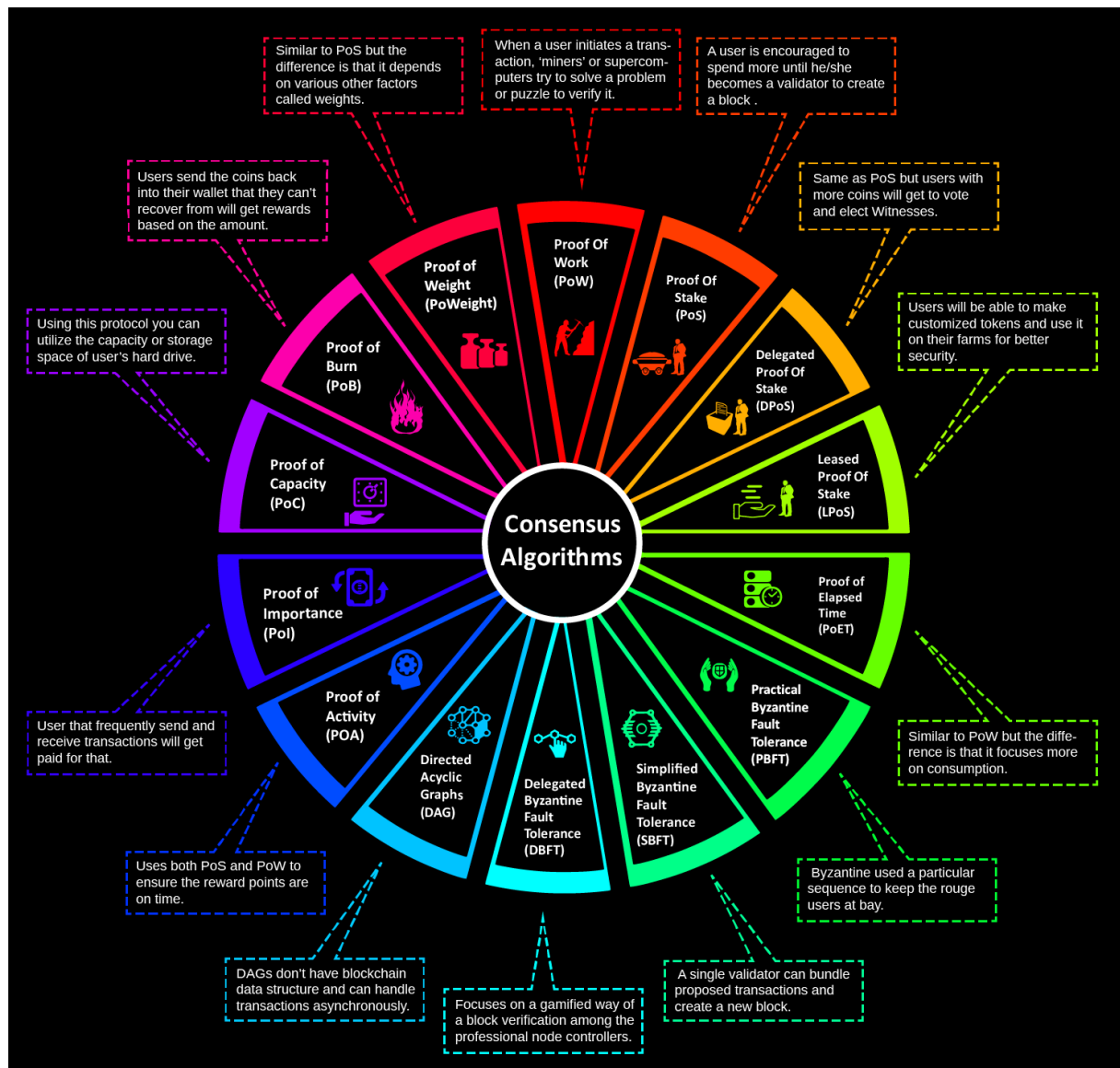
Quadro 4 – Comparação entre os mecanismos de consenso

	Proof of Work (PoW)	Proof of Stake (PoS)	Proof of Stake Dedicada (DPoS)
Consumo de Energia	Alto	Baixo	Muito baixo
Transações por segundo	7 a 30	30 a 173	25 a 2500
Taxas de transação	Alto	Baixo	Baixo
Estrutura	Descentralizada	Descentralizada	Centralizada
Exemplo	Bitcoin	Dash / Ethereum	Bitshares

Fonte: Adaptado de Zainuddin ([201-]b)

Novas tecnologias da *blockchain* vão surgindo rapidamente e isso se reflete na quantidade de algoritmos de consenso que são desenvolvidos para que o grupo de nós seja capaz de tomar uma decisão que reflita os votos da maioria e que beneficie o todo. Dentre os diversos modelos de consenso, há objetivos específicos, como os de acordo, de colaboração, de cooperação, de direitos iguais, participação e atividade (ANWAR, 2018b). A figura 10 representa os diferentes tipos de algoritmos de consenso existentes atualmente.

Figura 10 - Diferentes tipos de algoritmos de consenso



Fonte: 101 BLOCKCHAINS ([s.d.])

Segundo Orcutt (2018), o que pode tornar uma *blockchain* pública e descentralizada menos segura são os constantes avanços no poder de processamento que podem influenciar no processo de consenso do *blockchain*. Ainda segundo Orcutt (2018), no caso do Bitcoin, há grandes mineradores que possuem mais de 53% do poder de processamento de um *blockchain* e em teoria poderiam “hackear” os registros assumindo o controle de mais da metade dos computadores da rede. Araujo (2018) por sua vez afirma que é mais fácil subverter o consenso de uma rede se a quantidade de *peers* for muito pequeno, por outro lado, uma quantidade muito grande de *peers* pode tornar o processo de consenso lento influenciando no desempenho da rede.

A tecnologia de *blockchain* que vem ganhando força nas organizações promete resolver vários problemas das IESs e demais participantes da cadeia de valor, como por exemplo na padronização, escalabilidade do processo de emissão e reconhecimento de certificados e acesso a informações autênticas por partes interessadas. Segundo Smolenski (2016), a tecnologia *blockchain* é ideal como uma nova infraestrutura para proteger, compartilhar certificados com qualquer outra pessoa ou instituição, a qualquer momento, em qualquer nível de granularidade, validado imediatamente sem a necessidade de um terceiro.

Certificados são amplamente utilizados na educação para uma grande variedade de propósitos, como por exemplo, para o reconhecimento de participação em um curso de curta duração, a concessão de um diploma referente a totalidade da aprendizagem alcançada numa área específica, atribuição de créditos do ensino superior ou concessão de critérios de excelência como honra ao mérito. Os certificados emitidos por uma IES podem ser utilizados para determinar a adequação de um indivíduo, como pré-requisito para que possa progredir para um nível mais avançado, pode ser utilizado ainda por recrutadores e potenciais empregadores (GRECH; CAMILLERI, 2017). Ainda segundo Grech e Camilleri (2017), os certificados emitidos ou disponibilizados através de *blockchain* apresentam vantagens em relação aos certificados digitais e aos certificados físicos, pois não podem ser falsificados, podem ser verificados por qualquer pessoa que tenha acesso ao *blockchain*, não dependem de intermediários, só podem ser destruídos se todas as cópias em todos os computadores do mundo que hospedam o software forem destruídos e garantem a preservação da privacidade dos documentos em virtude da utilização do *hash* como forma de assinatura do documento, criando um link para o documento original que é mantido pelo usuário. Além do registro de diplomas de graduação, pós-graduação e cursos de curta duração, Grech e Camilleri (2017) recomendam a utilização de *blockchain* para o registro e a validação de históricos escolares, comprovação de frequência, registro de prêmios, comprovação de honra ao mérito ou distinção, atribuição de créditos, objetivos de aprendizado e competências específicas, assim como reconhecimento formal das IESs por acreditadoras internacionais.

Para a implementação de um sistema para registro e validação de diplomas através de *blockchain*, uma das soluções bastante referenciadas foi desenvolvida em 2015 pelo MIT através das áreas Media Lab e do Learning Machine. A solução chamada Blockcerts² consiste em bibliotecas, ferramentas e aplicativos móveis de código aberto para criação, emissão, visualização e verificação de certificados ou diplomas baseados em *blockchain*. Os diplomas

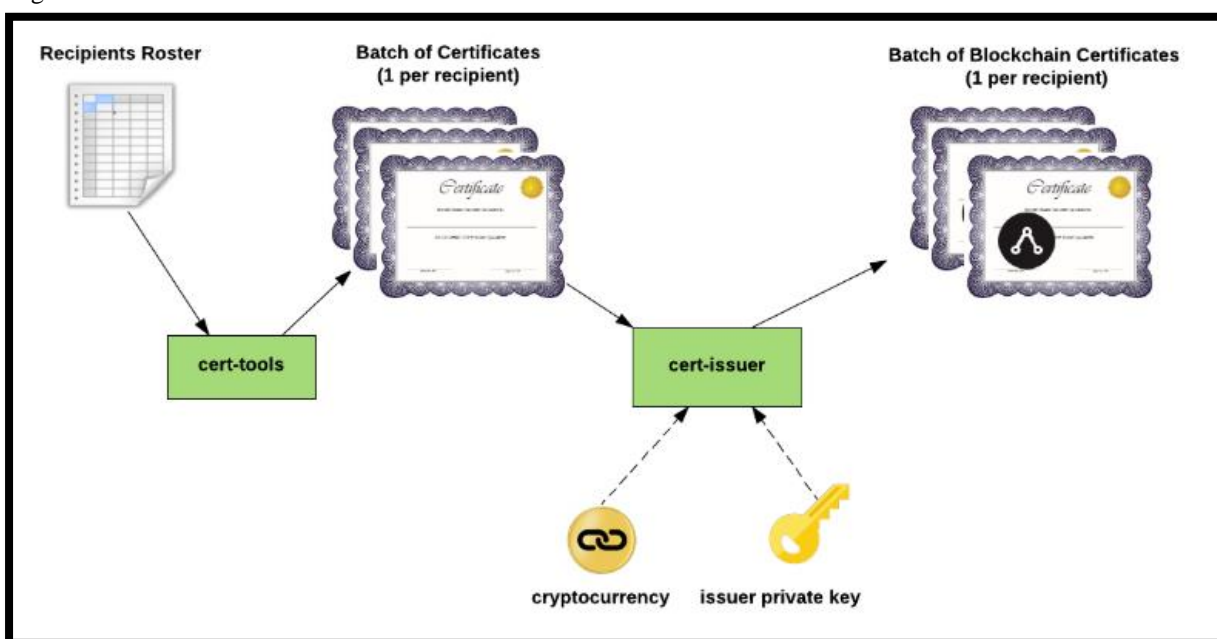
² <https://www.blockcerts.org/>

registrados em uma *blockchain* são assinados criptograficamente, permanecem invioláveis e podem ser compartilhados com empregadores e agências de emprego (BLOCKCERTS, [s.d.]).

O projeto Blockcerts é dividido em dois módulos, o *Issuer*, que acessa e grava dados no *Blockchain* e o *Verifier*, que valida e consulta os certificados emitidos. Após a preparação da infraestrutura necessária para hospedagem e sistema, faz-se necessário a instalação do Docker³ que é uma plataforma aberta disponível para Linux, MacOS e Windows para desenvolvimento, envio e execução de aplicativos. Após a instalação do Docker, o próximo passo é fazer o download e a instalação dos arquivos do projeto que estão disponíveis no Github⁴. O Blockcert possui várias funcionalidades, como por exemplo, publicar os certificados da DLT Bitcoin ou Ethereum, a possibilidade da IES emitir certificados em lote ou revoga-los (BLOCKCERTS, [s.d.]).

Segundo Schmidt (2015), o processo de emissão de um certificado é relativamente simples (Figura 11). A EIS cria um arquivo que contém informações básicas e flexíveis como por exemplo, o nome do aluno ou destinatário, a data de emissão e o nome do emissor, que no caso é o nome da IES. Com a sua chave privada, a EIS assina o conteúdo do certificado anexando essa assinatura ao próprio certificado. Em seguida um *hash* é criado para que se possa verificar que ninguém adulterou o conteúdo do certificado, e a EIS utiliza sua chave privada novamente para criar o registro no *blockchain*.

Figura 11 - Processo de emissão de certificado na Blockchain



Fonte: Blockcerts ([s.d.])

³ <https://docs.docker.com/install/>

⁴ <https://github.com/blockchain-certificates>

O sistema Blockcert é baseado em linhas de comando, portanto, o entendimento é bastante complexo para leigos. O pesquisador sugere que as IES disponibilizem um programador Python para que seja possível a customização de algumas funcionalidades, além de desenvolver o *front end*, ou seja, as páginas web para emissão e consulta de certificados, que vão auxiliar a secretaria de registros na gestão dos diplomas emitidos bem como obtenção dos recibos de confirmação das transações na *DLT*.

O MIT disponibilizou no site do projeto *APIs* que podem facilitar o desenvolvimento dessas páginas, além de aplicativo para consulta da veracidade dos certificados (BLOCKCERTS, [s.d.]).

Ainda segundo Blockcerts ([s.d.]), para que seja possível emitir um certificado digital com registro em uma *blockchain* descentralizada, caso do Bitcoin ou do Ethereum, as EISs devem criar um endereço de emissão e obter moedas. O sistema Blockcert permite que seja definido pelo administrador a taxa de cada transação. De acordo com Schiavon (2017), quanto maior a taxa paga, menor é o tempo de confirmação, pois as mineradoras geralmente incluem em primeiro lugar as transações com maior taxa por *byte*. O bitcoin possui valor flutuante, sendo estabelecido pelas ações dos compradores e vendedores. As taxas de transação calculadas em Satoshis por *byte* de dados podem ser consultadas através do site Bitcoinfees⁵. Já a conversão de BTC para reais pode ser realizada através do site Investing⁶. O quadro 5 sintetiza as descobertas sobre a tecnologia de *blockchain*.

Quadro 5 – Conceitos de blockchain, tipos e algoritmos de consenso

Conceitos	Autor
Não se sabe quem foi o inventor de <i>blockchain</i> , mas sabe-se que a tecnologia foi desenvolvida em 2008 pelo pseudônimo Satoshi Nakamoto. Não se baseia em confiança, mas sim em provas criptográficas, permitindo negociação de duas partes sem um terceiro	(NAKAMOTO, 2008)
<i>Blockchain</i> potencializa as criptomoedas e é uma solução transparente limpando o comportamento antiético, segura devido aos algoritmos de consenso, descentralizada, de baixo custo e que permite transações rápidas.	(ZAINIDDIN, [201-]a; ANWAR, 2018a; UNDERWOOD, 2016)
Nasceu como sistema de pagamentos, mas tem potencial disruptivo e atualmente recebe a denominação 2.0.	(DINIZ, 2017)
<i>Blockchain</i> é uma nova plataforma tecnológica para melhorar a capacidade de verificação e registro de um conjunto interconectado de usuários. Há dois tipos de <i>blockchain</i> , a privada e a pública. A principal diferença entre a <i>blockchain</i> pública e privada é o nível de acesso concedido aos participantes. O quadro 4 compara <i>blockchain</i> pública e privada no tocante a velocidade, segurança, privacidade, centralização/descentralização e consumo de energia.	(ALLAYANNIS; FERNSTROM, 2017; ZAINIDDIN, [201-]a)

⁵ <https://bitcoinfees.earn.com/>

⁶ <https://br.investing.com/crypto/bitcoin/btc-brl-converter>

Conceitos	Autor
A tecnologia é segura porque se baseia em rede distribuída, onde o <i>ledger</i> é armazenado em vários nós. As transações são empacotadas em blocos.	(ORCUT, 2018)
Afirma que o mecanismo de consenso agrega segurança ao <i>blockchain</i> . Compara os mecanismos de consenso quanto ao consumo de energia, transações por segundo, taxas de transação e estrutura (quadro 3).	(ZAINIDDIN, [201-]b)
As entidades validadoras do <i>blockchain</i> são chamadas de <i>peers</i> e fazem isso por consenso. O mecanismo de consenso é realizado por algoritmo seguindo um protocolo, de modo a não ocorrer <i>double-spending</i> .	(ARAÚJO, 2018; BINANCE ACADEMY, 2018)
<i>PoW</i> e <i>PoS</i> são algoritmos de consenso. <i>PoS</i> está na vanguarda dos algoritmos cujo mecanismo de mineração utiliza o capital alocado de cada participante para validação de novos blocos. Já no <i>PoW</i> , as decisões de consenso são tomadas através de alta capacidade de processamento na solução de um problema matemático. Dentre os diversos modelos de consenso, há objetivos específicos, como os de acordo, de colaboração, de cooperação, de direitos iguais, participação e atividade. A figura 10 relacionada todos os algoritmos de consenso atuais.	(GUPTA, 2017; BINANCE ACADEMY, 2018; ANWAR, 2018b; 101 BLOCKCHAINS, [s.d.])
Servidor de <i>timestamp</i> resolve o problema de <i>double-spending</i> através do carimbo do tempo. Cada nova transação armazena as informações das anteriores, gerando um bloco de transações e um novo carimbo. A impressão digital única de cada bloco chama-se <i>hash</i> e cada novo bloco inclui o <i>hash</i> exclusivo do bloco anterior, se comportando como link do <i>blockchain</i> , tornando a cadeia inviolável.	(NAKAMOTO, 2008; DINIZ, 2017; ORCUT, 2018)
<i>Blockchain</i> é ideal para proteger, validar e compartilhar certificados sem a necessidade de um terceiro	(SMOLENSKI, 2016)
Certificados são amplamente utilizados na educação e emitidos por uma IES determinam a adequação de um indivíduo como pré-requisito para que possa progredir na academia ou profissionalmente. Os certificados digitais não podem ser falsificados, podem ser verificados por qualquer pessoa que tenha acesso ao <i>blockchain</i> , garantindo sua preservação dos documentos e sua imutabilidade em virtude do <i>hash</i> .	(GRECH; CAMILLERI, 2017).
A solução Blockcerts desenvolvida pelo MIT consiste em bibliotecas, ferramentas e aplicativos móveis de código aberto para criação, emissão, visualização e verificação de certificados ou diplomas baseados em <i>blockchain</i> . É dividido em dois módulos, o <i>Issuer</i> , que acessa e grava dados no <i>blockchain</i> e o <i>Verifier</i> , que valida e consulta os certificados emitidos. Para registro no <i>blockchain</i> , as IESs devem criar um endereço de emissão e obter moedas.	(BLOCKCERTS, [s.d.])
Detalha o processo de emissão e registro de um certificado no Blockcerts. A IES cria um arquivo com as informações flexíveis do diploma. Com a sua chave privada, a IES assina o conteúdo do certificado anexando essa assinatura ao próprio certificado. Em seguida um <i>hash</i> é criado para que se possa verificar que ninguém adulterou o conteúdo do certificado, e a IES utiliza sua chave privada novamente para criar o registro no <i>blockchain</i> .	(SCHMIDT, 2015)
Quanto maior a taxa paga por transação, menor é o tempo de confirmação de sua inclusão no <i>blockchain</i> Bitcoin	(SCHIAVON, 2017)

Fonte: Elaborado pelo autor.

2.4 CRITÉRIOS A SEREM ANALISADOS PARA ADOÇÃO DE BLOCKCHAIN

Segundo Cristiane Dias Lepiane (representante da Secretaria de Educação Superior vinculada ao Ministério da Educação do Brasil - SESu/MEC), o diploma digital foi idealizado respeitando o Marco Civil da Internet, lei nº 12.965, de 23 de abril de 2014 que estabelece princípios, garantias, direitos e deveres para o uso da Internet no Brasil (REDE ABMES, 2019). De acordo com a Art. 3º da lei nº 12.965, de 23 de abril de 2014, a disciplina do uso da internet no Brasil tem como princípio a proteção da privacidade e a proteção dos dados pessoais. O Art. 4º determina que o Marco Civil da Internet promove a inovação e o fomento a ampla difusão de novas tecnologias e modelos de uso e acesso. O Art. 7º por sua vez assegura ao usuário o não fornecimento a terceiros de seus dados pessoais, salvo mediante consentimento livre, expresso e informado ou nas hipóteses previstas em lei (BRASIL, 2014). O Art. 4º da Portaria nº 554, de 11 de março de 2019 determina que:

O diploma digital deverá ter sua preservação assegurada pelas IES por meio de procedimentos e tecnologias que permitam verificar, a qualquer tempo, sua validade jurídica em todo território nacional, garantindo permanentemente sua legalidade, autenticidade, integridade, confiabilidade, disponibilidade, rastreabilidade, irretratabilidade, privacidade e interoperabilidade (Brasil, 2019, p. 23).

O Art. 8º da Portaria nº 554, de 11 de março de 2019 determina que a *URL* única do diploma digital deve possibilitar o acesso somente aos dados públicos do diploma digital (BRASIL, 2019).

Após entrar em vigor o Regulamento Geral de Proteção de Dados (doravante GDPR), que estrutura de forma uniforme a regulamentação de dados na Europa, o governo brasileiro promulgou a Lei nº 13.709 de 14 de agosto de 2018 ou Lei Geral de Proteção de Dados (doravante LGPD) que dispõe sobre o tratamento de dados pessoais de pessoas físicas ou jurídicas com o objetivo de proteger os direitos fundamentais de liberdade e de privacidade (BRASIL, 2018c). Segundo Gregory (2018), o GDPR e a LGPD foram criadas sem a observância da tecnologia *blockchain*, simplesmente para normalizar questões relacionadas a sistemas “centralizados” dos internautas, mas no caso do *blockchain*, há descentralização de poder. Ainda segundo Gregory (2018), há divergência com o *blockchain*, pois a LGPD permite que os indivíduos tenham os dados modificados ou excluídos, mas no *blockchain* os dados são imutáveis.

Para Grech e Camilleri (2017), a imutabilidade está relacionada com a segurança e suas propriedades clássicas de confidencialidade, integridade e disponibilidade, ou seja, a imutabilidade aumenta a confiança na integralidade dos dados reduzindo as possibilidades de fraude. Ainda segundo Grech e Camilleri (2017), nenhum participante pode alterar uma transação depois de ter sido registrada no *ledger*, portanto, se a transação for um erro, uma nova transação deve ser realizada para corrigir esse erro, sendo que ambas as transações ficam visíveis no *ledger*. Grech e Camilleri (2017) complementam afirmando que qualquer tentativa de um participante de alterar uma transação será interpretada como fraudulenta pelos demais e será rejeitada.

A natureza imutável da tecnologia *blockchain* é um obstáculo para a regulação, e os sistemas descentralizados são uma área cinzenta em termos de legislatura (ARNOLD, 2018). Para Arnold (2018), o processo de atendimento a GDPR e a LGPD tende a ficar mais simples às organizações se os legisladores criarem diretrizes mais claras para as soluções *blockchain*. Ao invés dos usuários compartilharem dados privados com as organizações, os usuários concederiam permissão fornecendo uma chave revogável para que essas organizações pudessem consumir os dados diretamente da *blockchain*. Ainda segundo Arnold (2018), as organizações não precisariam armazenar dados de clientes, se desvinculando de determinadas regras de conformidade.

Há várias razões que sustentam a necessidade de se apagar dados em *blockchains*, mas as mais fortes são as jurídicas, como o respeito ao direito penal, privacidade e proteção de dados, questões éticas e sociais (FLORIAN et al., 2019). Florian et al (2019) em estudo realizado na *Cornell University* (EUA) propuseram o apagamento de dados locais, em nós específicos, permitindo que nós localizados em outros países pudessem responder legalmente as particularidades de normas, legislações e decisões judiciais de cada local. Nesse estudo, o objetivo é apagar os dados sem “quebrar” a cadeia de *blockchain* e sem a necessidade de qualquer tipo de alteração no algoritmo de consenso. Para isso, os nós passam a ignorar e não retransmitir transações não processadas cuja validação depende de dados apagados e; se uma transação dependente de dados apagados for incluída, o *blockchain* assume que as verificações das operações relacionadas com os dados apagados foram realizadas positivamente.

Recente estudo publicado no *Richmond Journal of Law and Technology* afirma que organizações e empresas podem implementar *blockchains* privadas que tornem possível o gerenciamento dos dados armazenados na cadeia de forma compatível com a GDPR, não comprometendo a segurança e a descentralização de um *ledger*. O estudo descobriu que há soluções técnicas que podem permitir a exclusão de dados pessoais, mantendo a integridade de

um *blockchain*, como por exemplo, criptografar entradas e, na sequência, excluir as chaves de descryptografia relevantes, ou seja, deixando somente dados indecifráveis na cadeia (MICHELS et al., 2018).

Conforme Brasil (2018b), a adoção do meio digital para expedição de diplomas, registros e histórico escolares deve atender as diretrizes de certificação digital do padrão da Infraestrutura de Chaves Públicas Brasileira – ICP-Brasil. A nuvem cinzenta gerada pela Portaria é pelo fato do ICP-Brasil ser uma Instituição vinculada ao Estado, mais especificamente por um órgão ligado a Casa Civil da Presidência da República, que utiliza como padrão uma cadeia hierárquica de confiança, ideal ao atendimento de requisitos legais necessários a identificação civil. Esse modelo permite um controle rígido de toda a cadeia pelo ICP-Brasil, mantendo total domínio do delegante sobre seus delegados no processo de identificação. Em modelos descentralizados, distribuídos, o comportamento é completamente diferente, está longe de possuir qualquer vantagem como mecanismo de identificação, o domínio do depositório é público, necessitando da utilização de um mecanismo, como o *blockchain*, que garanta que o detentor da cópia do repositório não altere dados a seu favor ou de terceiros (MACHADO, 2017). Ainda segundo Machado (2017), tanto *blockchain* quanto a ICP Brasil utilizam o conceito de criptografia assimétrica com a utilização de duas chaves matematicamente interligadas, a chave privada e a chave pública, portanto, o autor afirma que o modelo ICP Brasil e do *blockchain* não deveriam ser concorrentes, mas sim complementares, já que um usuário que possui certificado digital ICP Brasil não precisaria criar novos pares de chaves ou carteiras virtuais para suas transações em qualquer sistema que utilize *blockchain*. Na visão do autor, “bastaria que fossem utilizadas, dentro de tais sistemas, as mesmas chaves pública e privativa criadas para o certificado ICP Brasil e para as quais houve uma confiável identificação do usuário”. Já para Carrijo (2018), assessor técnico da presidência do Instituto Nacional de Tecnologia da Informação – ITI, para aplicações *blockchain* é importante a utilização de certificação digital baseada em Infraestrutura de Chaves Públicas – ICP, mesmo considerando que a maioria das aplicações hoje disponíveis utilizem chaves públicas e privadas.

No tocante ao uso de tecnologias inovadoras, é possível concluir que a lei nº 12.965 de 23 de abril de 2014 (BRASIL, 2014), a lei nº 13.709 de 14 de agosto de 2018 (BRASIL, 2018c) e a Portaria nº 554 de 11 de março de 2019 (BRASIL, 2019) fomentam a inovação e a utilização de tecnologias disruptivas. Não há restrição explícita com relação a utilização da tecnologia de *blockchain* para registro e validação de diplomas digitais, desde que sejam respeitados o direito a privacidade dos usuários, principalmente no tocante a divulgação de dados pessoais e dados pessoais sensíveis. Segundo o Art. 5º da Lei nº 13.709 de 14 de agosto

de 2018, dado pessoal é a informação relacionada a identificação da pessoa natural. Já os dados sensíveis, estão relacionados com a origem racial ou étnica, religião, opinião política, filiação a sindicato, saúde, genético, biométrico ou vida sexual.

De acordo com o Art. 8º da Portaria nº 554, de 11 de março de 2019 (BRASIL, 2019), a URL única do diploma digital deve possibilitar o acesso somente aos dados públicos do diploma digital, portanto, as informações que podem ser disponibilizadas de acordo com as leis vigentes devem constar do arquivo XML público assinado digitalmente. Mesmo levando em consideração que até a data de fechamento desse trabalho aplicado o Ministério da Educação ainda não havia disponibilizado a nota técnica e o arquivo XSD referente ao diploma digital, é possível prever que o XML público não terá dados sensíveis porque é composto predominantemente de dados flexíveis utilizados na representação visual do diploma digital. O Art. 2º da Portaria nº 554, de 11 de março de 2019 (BRASIL, 2019), determina que se aplica ao diploma digital a mesma legislação federal vigente que regula a emissão e o registro do diploma, portanto, segundo o Art. 16º da Portaria nº 1095, de 25 de outubro de 2018 (BRASIL, 2018d), é obrigatório constar no anverso do diploma o número do documento de identidade oficial com indicação do órgão e Unidade da Federação de emissão bem como data e Unidade da Federação de nascimento.

Conforme o Art. 2º da lei nº 12.037 de 01 de outubro de 2009 (BRASIL, 2009b), a identificação civil da pessoa natural pode ser atestada pela carteira de identidade (RG), portanto, conforme já exposto, é um dado privado e segundo a legislação não pode ser disponibilizado em uma *blockchain* descentralizada e pública. Devido a esse critério e conforme exposto por Zainuddin ([201-]a), a IES deve analisar a possibilidade de utilizar um modelo híbrido, onde os dados públicos são registrados em uma *blockchain* pública e os privados em um banco de dados convencional. Segundo Gregory (2018) e Michels et al (2018), os dados pessoais e sensíveis podem ser processados em “*off chain*”, ou seja, fora da rede *blockchain*. O armazenamento de dados pessoais *off chain* é uma ótima alternativa para conciliar *blockchains*, LGPD e GDPR, e apresenta vantagem financeira, pois não há taxa de mineração. Ainda segundo Gregory (2018), há de se considerar na análise a possibilidade de utilização de uma *side-chain* (*blockchain* paralela) privada mais centralizada para validar dados privados ou sensíveis.

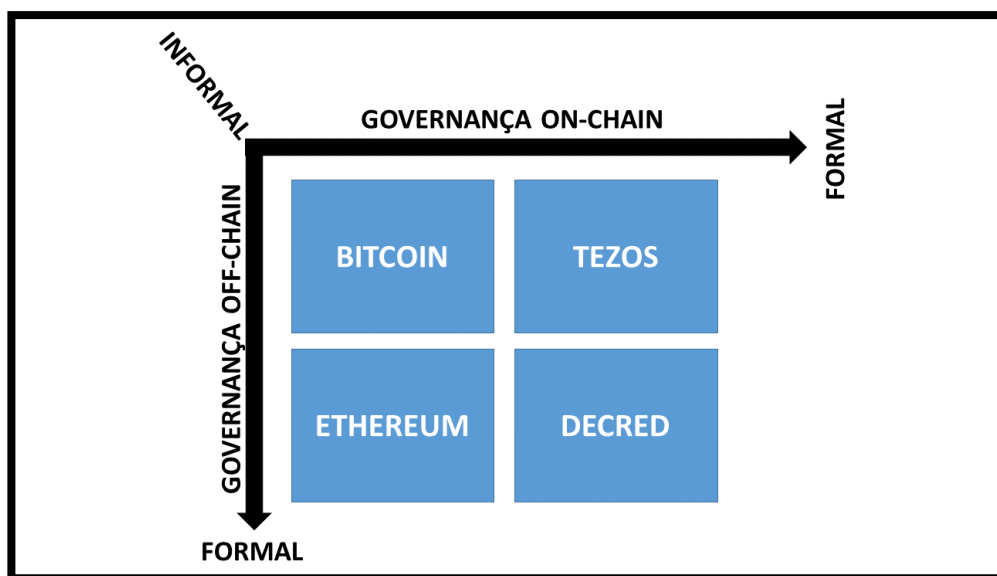
Além da análise de questões relativas a inovação da tecnologia e de privacidade, há outras considerações que devem ser observadas como a escalabilidade e a governança.

A escalabilidade é a capacidade que uma rede *blockchain* possui de suportar o aumento da demanda para um número crescente de transações. O tamanho rígido de cada bloco, 1MB

(*megabyte*) no caso do *Blockchain* Bitcoin, limita o número de transações processadas por bloco, ocasionando atrasos no processamento e aumento no tempo de confirmação de transações em momentos de alta demanda (REVOREDO, 2018). Ainda segundo Revoredo (2018), melhorias nos protocolos *blockchain* limitando o número de participantes necessários ao processo de consenso e o emprego de *off-chains* podem melhorar a escalabilidade, a velocidade e o custo das transações.

No tocante a governança, Carrijo (2018) afirma que nas redes públicas não permissionadas a questão a governança é mais crítica. Já as redes permissionadas privadas há mais monitoramento e controle, mas as organizações não necessariamente se comportam de forma democrática e transparente. De acordo com Pierau ([201-]), a governança no *blockchain* ainda pode ser dividida em dois tipos: governança *off-chain* e governança *on-chain*. A governança *off-chain* está diretamente relacionada com o compartilhamento, a discussão de ideias e obtenção de financiamento para transformar essas ideias em código. Já a governança *on-chain* está mais relacionada a ratificação de código e modificação de regras de consenso a nível de protocolo. Ainda segundo Pierau ([201-]), cada tipo de governança ainda pode ser formal, onde os procedimentos são claramente definidos e verificáveis, com igualdade de condições para participar; ou informal, onde os procedimentos não são muito bem definidos, não são transparentes com inconsistência nas condições de participação. Pirrau ([201-]) desenvolveu um framework para relacionar os *blockchains* com os diferentes tipos de governança (Figura 12).

Figura 12 - Framework governança *blockchain*



Fonte: Adaptado de Pirrau ([201-])

O quadro 6 sintetiza as descobertas sobre os critérios referentes a tecnologia e legais que devem ser observados pelas IESs na adoção de *blockchain*.

Quadro 6 – Critérios a serem observados pelas IES na adoção de *blockchain*

Conceitos	Autor
O diploma digital respeita as determinações do Marco Civil da Internet	(REDE ABMES, 2019)
Não há restrição explícita com relação a utilização de tecnologias para registro e validação de diplomas digitais, desde que sejam respeitados o direito à privacidade dos usuários, principalmente no tocante a dados privados e sensíveis	(BRASIL, 2014; BRASIL, 2018b; BRASIL, 2018c; BRASIL, 2019)
A Portaria 554 determina que o diploma digital deverá ter sua preservação assegurada pelas IES através de procedimentos e tecnologias que permitam verificar a qualquer tempo sua validade jurídica, sua legalidade, autenticidade, integridade, confiabilidade, disponibilidade, rastreabilidade, irretratabilidade, privacidade e interoperabilidade. A URL única do diploma digital deve possibilitar o acesso somente a dados públicos.	(BRASIL, 2019)
A LGPD e a GDPR foram criadas sem a observância da tecnologia de <i>blockchain</i> e sua natureza imutável é um desafio em termos de legislatura.	(ARNOLD, 2018; GREGORY, 2018)
O diploma digital deve atender as diretrizes de certificação digital do ICP-Brasil onde a estrutura centralizada, enquanto o <i>blockchain</i> decentraliza as informações. Tanto <i>blockchain</i> quanto ICP-Brasil utilizam criptografia assimétrica, portanto, o autor sustenta que os modelos deveriam ser complementares e não concorrentes. As chaves públicas e privadas deveriam ser unificadas.	(MACHADO, 2017; BRASIL, 2018b; BRASIL, 2018d)
Não há restrição explícita com relação a utilização de tecnologias para registro e validação de diplomas digitais, desde que sejam respeitados o direito à privacidade dos usuários, principalmente no tocante a dados privados e sensíveis.	(BRASIL, 2014; BRASIL, 2018b; BRASIL, 2018c; BRASIL, 2018d; BRASIL, 2019)
No anverso do diploma deve constar o RG, mas sabendo que é um dado privado não deve ser disponibilizado em uma <i>blockchain</i> pública. A IES deve considerar a utilização de um modelo híbrido, com o armazenamento de dados <i>off-chain</i> ou <i>side-chain</i> .	(BRASIL, 2009b; ZAINUDDIN, [201-]a; BRASIL, 2018d; GREGORY, 2018)
As IES devem considerar na escolha o tipo de <i>blockchain</i> com relação a velocidade, escalabilidade, segurança, privacidade, estrutura, custo de transação, governança e consumo de energia.	(REVOREDO, 2018), ZAINUDDIN, [201-]a; ZAINUDDIN, [201-]b; PIRRAU, [201-])

Fonte: Elaborado pelo autor.

3. ESTUDO DE CASO

A Fundação Getulio Vargas (FGV), constituída em 20 de dezembro de 1944, é uma instituição de caráter técnico-científico e educativo, pessoa jurídica de direito privado, sem fins lucrativos, com sede na cidade do Rio de Janeiro. Sua missão é:

avançar nas fronteiras do conhecimento da área das Ciências Sociais e afins, produzindo e transmitindo ideias, dados e informações, além de conservá-los e sistematizá-los, de modo a contribuir para o desenvolvimento socioeconômico do país, para a melhoria dos padrões éticos nacionais, para uma governança responsável e compartilhada, e para a inserção do país no cenário internacional (FGV, 2018, p.1).

Composta por dez escolas, Escola de Ciências Sociais, Escola de Direito de São Paulo, Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas, Escola de Matemática Aplicada, Escola de Políticas Públicas e Governo, Escola de Direito do Rio de Janeiro, Escola de Economia de São Paulo, Escola Brasileira de Economia e Finanças, Escola de Relações Internacionais e Escola de Administração de Empresas de São Paulo, inaugurou, no Brasil a graduação e a pós-graduação *stricto sensu* em administração pública e privada, bem como a pós-graduação em economia, psicologia, ciências contábeis e educação. A FGV também é conhecida pela geração dos índices econômicos, que ajudam o povo brasileiro a entender melhor o desempenho econômico e social do país.

Com aproximadamente 2890 funcionários, obteve em 2017 cerca de 1,1 bilhão de reais de receita operacional líquida, matriculou 3873 calouros na graduação, graduou 530 alunos, formou 419 mestres e 100 doutores (FGV, 2018). Segundo o Ministério da Educação do Brasil, os cursos da Fundação Getulio Vargas ocupam os primeiros lugares do ranking nacional do Índice Geral de Cursos do Ministério da Educação, com a maioria das escolas obtendo nota máxima (5) (INEP, 2017).

Para o desenvolvimento do caso e resposta à pergunta de pesquisa, o pesquisador contou com a ajuda e o comprometimento de alguns colaboradores da secretaria de registros da Fundação Getulio Vargas em São Paulo (SRA) que responderam a algumas perguntas relacionadas com o processo de expedição, registro e validação de diplomas dos alunos de graduação em administração de empresas e pública da Escola de Administração de Empresas de São Paulo. Com cerca de 3500 alunos, 346 funcionários (230 professores e 116 funcionários administrativos), 16 centros de estudos, 106 parcerias internacionais em 38 países, desde 2004

é acreditada pelas três mais importantes acreditadoras internacionais (AACSB, EFMD EQUIS, AMBA) (FGV EAESP, 2018).

Para facilitar a compreensão dos processos executados pela Secretaria de Registros da FGV, o autor dividiu o caso em quatro processos principais: (i) validação de documentos, certificados e diplomas, (ii) expedição da primeira via do diploma após conclusão do curso, (iii) expedição de segunda via do diploma, (iv) diploma digital, (v) principais problemas e proposta de abordagem.

3.1 VALIDAÇÃO DE DOCUMENTOS, CERTIFICADOS E DIPLOMAS:

Para a Gerente da Secretaria de Registros Acadêmicos da FGV em São Paulo (doravante SRA), responsável pelo processo de expedição e registro de diplomas de graduação, mestrado e doutorado das escolas de Economia, Direito e Administração, garantir que o mercado possa obter informações rápidas e confiáveis a respeito da autenticidade dos diplomas emitidos e registrados pela FGV é extremamente valioso para a instituição e importante para os alunos que se esforçaram em obter um diploma de uma instituição de ensino conceituada. Ainda segundo a Gerente da SRA da FGV em São Paulo, empresas, agências de recrutamento e entidades governamentais chegam a fazer em média cerca de oito solicitações de validação de documentos por semana, sendo que essas solicitações eram recebidas anteriormente em uma conta de e-mail da secretaria de registros, mas agora são realizadas através de um formulário disponível no portal da FGV onde o interessado preenche algumas informações de contato e anexa o diploma digitalizado a ser verificado.

De acordo com a Gerente da SRA da FGV em São Paulo, o processo de validação do diploma é realizado por dois colaboradores da secretaria de registros da FGV com o auxílio das informações constantes no sistema acadêmico Lyceum, onde a data de colação, expedição e registro são verificadas. Em média, o processo de verificação e resposta ao solicitante demora cerca de 24 horas, mas pode demorar até 72 horas em períodos de alta demanda da secretaria, como por exemplo, durante o processo seletivo e a semana de matrículas onde muitos colaboradores da secretaria ficam mais alocados. Ainda de acordo com a Gerente da SRA da FGV em São Paulo, para verificação da veracidade de diplomas da década de 80 ou até mais antigos (anteriores a utilização de sistemas acadêmicos), o processo de verificação de veracidade é bem mais demorado, podendo chegar a um mês se o prontuário do aluno estiver em guarda externa.

Devido a seus muitos anos de existência, a FGV possui grande quantidade de documentos armazenados na guarda externa a custo expressivo. Segundo o Núcleo de Documentação da FGV em São Paulo, esse custo chega a R\$ 24.000,00 por mês para as Escolas de São Paulo. Para a Gerente da SRA da FGV em São Paulo há riscos incorridos à FGV quando solicita a recuperação de um prontuário de ex-aluno, pois durante o transporte podem acontecer acidentes de trânsito, roubo ou incêndio do veículo utilizado no transporte, o que inviabilizaria a verificação de veracidade ou mesmo a emissão de segunda via de um diploma ou histórico. Vale ressaltar também a existência de riscos que são aceitos pela FGV, como por exemplo, a probabilidade de um incêndio de grandes proporções, enchente, excesso de humidade que podem danificar os documentos no armazenamento. Para reduzir o prazo das solicitações e os riscos recorrentes, a secretaria de registros está utilizando um sistema de gestão documental digitalizando todos os documentos que são enviados à guarda externa.

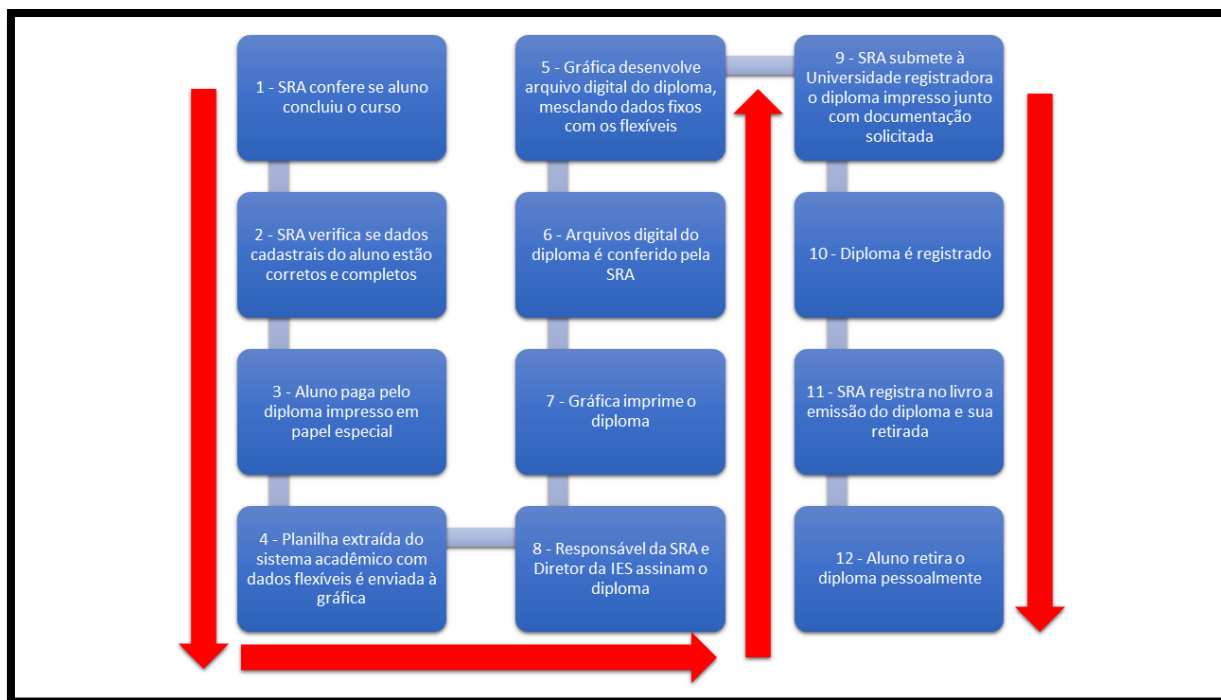
3.2 EXPEDIÇÃO DA PRIMEIRA VIA DO DIPLOMA

No tocante a expedição e registro da primeira via do diploma após conclusão de curso, o processo atual utilizado pela FGV normalmente é mais rápido se comparado ao processo de emissão de segunda via de diploma, pois todos os dados do aluno e documentos necessários já se encontram em formato digital no sistema acadêmico Lyceum. Segundo a Gerente da SRA da FGV em São Paulo, o processo inicia-se com a checagem se o aluno realmente concluiu o curso e se todos os dados cadastrais estão corretos. Para a Gerente da SRA e a Secretária Escolar da SRA, alguns documentos entregues pelos alunos não possuem nitidez, faltam documentos ou há alterações no decorrer do curso, como por exemplo, alteração de sobrenome, no caso de alunas que se casam. Como os dados são inseridos manualmente no sistema acadêmico, também podem ocorrer erros de digitação, segundo a Gerente.

De acordo com a Gerente da SRA da FGV em São Paulo, os alunos pagam pela versão impressa em papel especial cerca de R\$ 350,00 (trezentos e cinquenta reais), mas a versão impressa em papel mais simples é gratuita. Ainda de acordo com a Gerente da SRA, o processo para expedição e registro do diploma é longo. Começa com a geração de uma planilha extraída do sistema acadêmico com as informações dos alunos que é utilizada para popular os campos flexíveis do diploma. A gráfica por sua vez possui um *template* do diploma com as informações comuns e desenvolve o arquivo digital de cada certificado mesclando as informações comuns com os dados flexíveis de cada aluno. Os arquivos digitais são conferidos pela secretaria para

evitar problemas, como por exemplo, algum erro de grafia no nome ou mudança de sobrenome do aluno após casamento. Após conferência, os diplomas são impressos em cerca de 20 dias, são novamente conferidos pela secretaria de registros da FGV e são encaminhados para assinatura do diretor da Escola e da responsável pela Secretaria de Registros Acadêmicos. Após assinaturas, inicia-se o processo de registro na USP, que consiste na abertura de uma solicitação eletrônica por parte da secretaria de registros da FGV diretamente no site da USP, anexando alguns documentos em formato digital, como o histórico escolar do aluno, comprovante de conclusão do ensino médio ou equivalente, lista do Enade em que conste o nome do diplomado, RG ou do RNE do diplomado e certidão de casamento, se houver alteração de nome. Os diplomas impressos junto com um ofício individual por aluno são encaminhados presencialmente à USP para que recebam o carimbo do registro na parte traseira do documento. O processo de registro na USP demora cerca de 60 dias, isso se não houver alguma diligência (problema com algum certificado) e a USP não entrar em greve ou período de férias de funcionários, fatores que podem atrasar os registros consideravelmente. Quando o diploma volta da USP registrado, o ex-aluno retira o diploma na secretaria de registro e assina o livro de registro por se tratar da primeira via do documento. O processo completo pode ser observado através da Figura 13.

Figura 13 - Processo expedição primeira via diploma



Fonte: Elaborado pelo autor.

Segundo a Gerente da SRA da FGV em São Paulo, a FGV EAESP possui cerca de 2370 alunos matriculados na graduação e semestralmente são expedidos aproximadamente 230 diplomas. Os custos envolvidos com o processo de expedição e registro desses diplomas estão demonstrados no quadro 7. Cerca de 70% dos alunos solicitam o diploma impresso em papel comum.

Quadro 7 – Custo processo expedição primeira via diploma

Quadro 7 - Custo processo expedição primeira via diploma	230 diplomas impressos semestralmente								
	Receita	Despesas			Parcial 1	Razão	Parcial 2	Salário Funcionários	Valor Total
	Valor pago pelo aluno	Custo de impressão FGV EAESP	Custo Aquisição Capa	Taxa Registro Universidade de São Paulo	Receita - Despesas				
Diploma Impresso em Pergaminho	R\$ 350,00	R\$ 74,41	R\$ 15,87	R\$ 150,00	R\$ 109,72	30%	R\$ 7.570,68	-R\$ 12.000,00	-R\$ 32.142,25
Diploma Impresso em papel comum (Opaline)	R\$ -	R\$ 17,86	R\$ 4,27	R\$ 150,00	-R\$ 172,13	70%	-R\$ 27.712,93		

Fonte: Elaborado pelo autor.

O quadro 8 sintetiza os principais problemas no processo de expedição e registro dos diplomas.

Quadro 8 – Problemas, consequências e tempo gasto para expedição e registro de diplomas impressos.

Problema	Consequências	Tempo Gasto
Documentos entregues pelos alunos não possuem nitidez, faltam documentos ou não estão atualizados.	Consumo de horas na conferência de documentação. Possibilidade de ocorrer erros nos dados flexíveis que compõem o diploma.	4 dias
Inserção de dados manuais no sistema acadêmico.	Possível erro de digitação nesse processo.	Pode afetar o processo como um todo e causar grande atraso
Processo de impressão dependente de terceiros.	Planilha com dados flexíveis é extraída do sistema, mas o processo de impressão exige várias etapas de conferência, o que leva tempo.	20 dias

Problema	Consequências	Tempo Gasto
Assinatura manual dos diplomas.	Depende da disponibilidade de agenda do diretor e da gerente da SRA para assinatura dos diplomas.	15 dias
Registro na Universidade.	O processo de registro é manual e unitário. Necessário o envio de formulários e transporte do diploma físico para registro. Possibilidade de extravio ou greve na entidade registradora, ocasionando atraso no processo.	60 dias
Custo elevado de impressão e registro.	Dispendioso para a IES e para o aluno caso opte pela impressão em pergaminho.	-
Retirada pessoal e presencial do diploma.	Dificuldade no deslocamento, principalmente dos alunos residentes fora do município, em outros estados e até em outros países (caso dos intercambistas).	-
Dificuldade para atestar a veracidade do diploma.	Empresas, órgãos governamentais e agências de emprego dependem de processos manuais para solicitarem a verificação de veracidade de um diploma. Se o aluno estiver formado a muito tempo, os dados não estiverem sistematizados e a documentação estiver arquivada, o prazo pode ser ainda maior.	-
Falsificação de diplomas.	Mais simples falsificar um diploma impresso do que um diploma digital assinado digitalmente e com o carimbo do tempo. Pode afetar o nome da Instituição de Ensino.	-
Processo demorado causa transtorno aos alunos.	Muitos alunos estão participando de processos seletivos e a ausência do diploma original dificulta a comprovação da escolaridade.	-
Deterioração do diploma impresso.	Os diplomas impressos estão sujeitos a ação do tempo.	-
Custo elevado para arquivamento de documentação acadêmica.	O custo para armazenamento em guarda externa é elevado e há risco no processo de guarda, como extravio, incêndio e enchentes.	-

Fonte: Elaborado pelo autor.

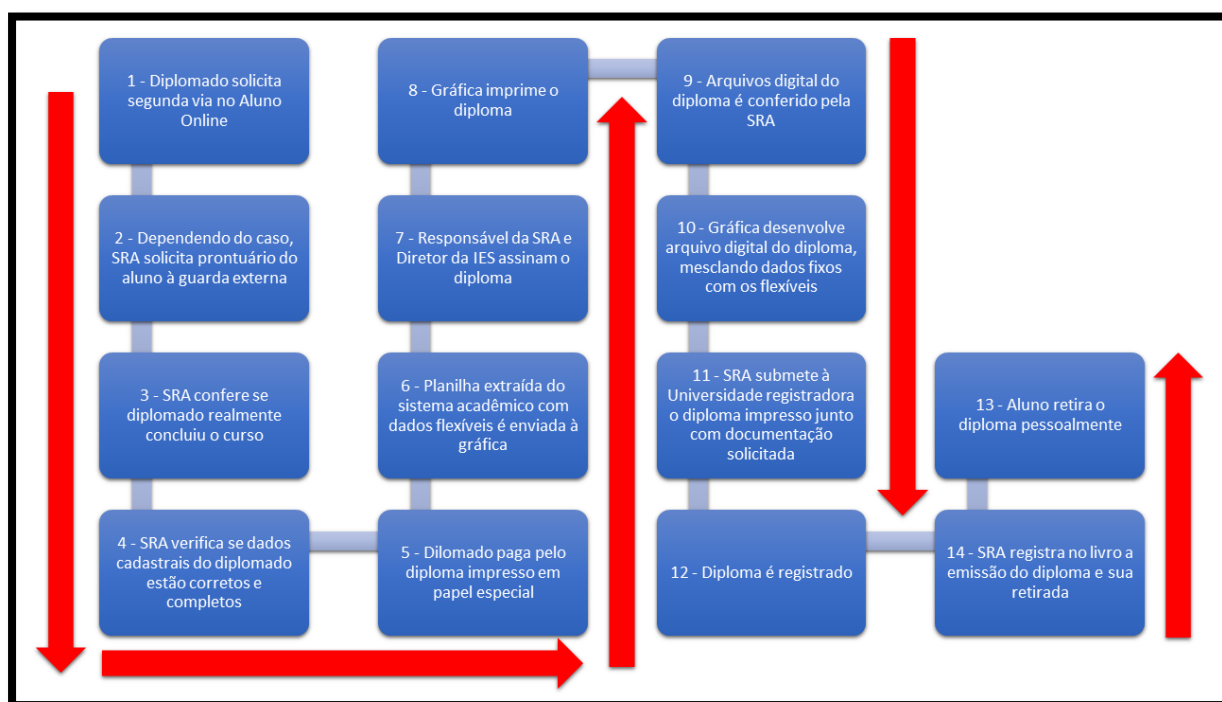
3.3 EMISSÃO DE SEGUNDA VIA DO DIPLOMA

Segundo a Gerente da Secretaria de Registros Acadêmicos da FGV em São Paulo, a SRA também recebe em média cerca de quarenta solicitações anuais de segunda via de diploma de graduação, predominantemente de ex-alunos que se formaram na década de 80. De acordo com a Gerente, o processo de expedição de segunda via do diploma começa com a solicitação do ex-aluno que pode ser realizada via internet através do Aluno Online para os que se formaram depois de 1985 e por e-mail para os mais antigos. Ainda de acordo com a Gerente, em 2008 os dados do sistema acadêmico antigo SISPEC foram migrados para o Lyceum

(atualmente em uso), mas no processo ocorreram algumas falhas que em alguns casos forçam a FGV a solicitar o prontuário do ex-aluno à guarda externa para confirmação de dados, aumentando consideravelmente o prazo de atendimento da solicitação.

Após essa primeira etapa de coleta de dados e análise do histórico do ex-aluno, ele recebe um boleto para pagamento da taxa de emissão de segunda via de diploma no valor de R\$ 350,00 (trezentos e cinquenta reais). Depois da quitação da taxa pelo solicitante, os dados para impressão do diploma são enviados pela secretaria de registros à gráfica, o diploma é assinado e a secretaria de registro preenche formulário eletrônico no site da USP anexando a documentação digital necessária. O diploma impresso é submetido presencialmente à USP para a efetivação do registro. O processo como um todo, da solicitação do ex-aluno até a retirada do diploma pessoalmente por ele ou por outra pessoa através de procuração pode demorar de 3 a 4 meses. Em caráter de exceção, os diplomas expedidos e registrados para ex-alunos estrangeiros ou brasileiros que residem fora do país são enviados por correio tomando cuidados adicionais, como por exemplo, carta registrado com aviso de recebimento. Nunca houve extravio de um diploma. O processo completo para emissão da segunda via do diploma (Figura 14) é praticamente igual ao de primeira via, com exceção dos prazos que são maiores e o processo de impressão que é realizado somente em pergaminho, mais custoso ao aluno.

Figura 14 - Processo expedição segunda via diploma



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.4 DIPLOMA DIGITAL

Segundo as Portarias do Ministério da Educação nº 330, de 05 de abril de 2018 (BRASIL, 2018b) e nº 554, de 11 de março de 2019 (BRASIL, 2019), as IES já podem emitir diplomas no formato digital, desde que a expedição atenda as diretrizes de certificação digital do padrão da Infraestrutura de Chaves Públicas Brasileira – ICP-Brasil. A FGV já está emitindo os certificados nesse formato?

Para a Gerente da Secretaria de Registros Acadêmicos da FGV em São Paulo,

É um risco para uma IES particular que é bastante fiscalizada pelo MEC, implementar um projeto dessa natureza sem que todas as regras estejam muito bem definidas, sob pena de haver muito retrabalho, e retrabalho significa desperdício de tempo e recursos financeiros.

Ao ser questionada se a FGV EAESP vai deixar de emitir os diplomas impressos, a gerente explica que a escola deve fazer a impressão da representação visual o diploma digital, pois por falta de uma regulamentação definitiva sobre o tema e por questões culturais, algumas empresas, agências de emprego e órgãos públicos ainda devem exigir o documento impresso.

Ao ser questionada sobre a Portaria nº 315, de 04 de abril de 2018 (BRASIL, 2018a) que determina a conversão do acervo acadêmico físico para o digital, a colaboradora responsável pela arquitetura de sistemas na FGV afirmou que a prioridade da secretaria de registros e da área de desenvolvimento de sistemas da FGV é atender até o final de 2019 a referida portaria.

O planejamento dos projetos do Acervo Acadêmico Digital e da Secretaria Digital estão sendo realizados em conjunto com o Gestor do Acervo Acadêmico, são de extrema importância estratégica para a FGV, e tem por finalidade, além de atender a demandas legais, a redução de volume documental físico e dos problemas de extravio documental, a otimização do processo de atendimento eliminando a tramitação documental entre os setores, a redução do tempo de consulta documental e rastreamento de processos acadêmicos, além do aumento da segurança das informações. Quando o diploma digital for implementado, será utilizado o certificado digital padrão ICP Brasil, que poderá ser consultado pelo site da autoridade certificadora.

Ainda segundo a colaboradora responsável pela arquitetura de sistemas na FGV, o desenvolvimento de uma secretaria eletrônica e o emprego de um sistema eletrônico para

gerenciamento de documentos digitais são pré-requisitos para que uma IES possa atender a Portaria nº 554 da regulamentação do diploma digital.

Ainda não está definido como será a consulta pública da veracidade dos futuros diplomas digitais que serão expedidos pela FGV, no entanto, para os diplomas impressos convencionais, uma das possibilidades de consulta é através de uma página web, utilizando o CPF e o nome do ex-aluno.

Segundo a Gerente da Secretaria de Registros Acadêmicos da FGV em São Paulo, já está disponível no site da FGV uma funcionalidade para verificação pública da veracidade de documentos mais simples assinados eletronicamente, como por exemplo, o histórico escolar, declaração de matrícula e declaração de conclusão. Alunos que solicitam o histórico escolar, recebem um link onde o documento assinado eletronicamente fica disponível para consulta e download. Essa funcionalidade é importante principalmente para alunos estrangeiros que não podem retirar o histórico pessoalmente.

Quando questionada sobre a Portaria nº 1.095, de 25 de outubro de 2018 (BRASIL, 2018c) que afirma que as Universidades pertencentes ao sistema federal de ensino poderão expedir e registrar seus próprios diplomas sem a necessidade da Universidade Registradora, a Secretária Escolar da Secretaria de Registros Acadêmicos da FGV em São Paulo afirmou que ainda faltam detalhes de como funcionaria o processo automatizado de registro do diploma digital, principalmente para as escolas que dependem da Universidade de São Paulo (USP). Para a Gerente da SRA da FGV em São Paulo, a FGV possui várias escolas com CI máximo, mas se eventualmente obtiver conceito institucional inferior na avaliação subsequente ou se perder o reconhecimento do curso de pós-graduação stricto sensu pelo MEC, também perderia o direito de registrar seus próprios diplomas voltando a necessitar da ajuda da USP para esse fim. Ainda segundo a Gerente da SRA da FGV em São Paulo, a FGV pretende registrar seus diplomas de graduação a curto prazo e para isso está finalizando o desenvolvimento de um sistema específico para registro de diplomas com interface para o sistema acadêmico. Para a Secretária Escolar da SRA da FGV em São Paulo, outra nuvem cinzenta é observada na obrigatoriedade de se registrar no DOU todos os diplomas expedidos (digitais e convencionais), pois ainda não há regulamentação de como isso seria feito.

Sobre as necessidades futuras que podem ser resolvidas com o diploma digital e o emprego de tecnologia, a Gerente da SRA da FGV em São Paulo afirma que o diploma digital vai garantir maior segurança no processo de expedição, registro e agilidade no processo de verificação da veracidade dos diplomas. A guarda externa de documentos é custosa e apresenta riscos, além disso, o processo de expedição e registro é muito demorado. Para a gerente, o

diploma digital deve reduzir custos permitindo a economia de muitas horas operacionais na conferência de documentação, na realização de atividades manuais e em retrabalho, além de contribuir para o meio ambiente na redução substancial do uso de papel.

No tocante a utilização de tecnologias disruptivas como *blockchain*, a Gerente da Secretaria de Registros Acadêmicos da FGV em São Paulo explica que independente da tecnologia a ser escolhida, as leis, normas e portarias expedidas pelo MEC devem ser respeitadas. Ainda segundo a gerente, a tecnologia de *blockchain* pública pode agregar ainda mais segurança e confiabilidade ao processo, principalmente no tocante a descentralização da informação e ao processo de validação por consenso, mas como questões relacionadas a privacidade e a LGPD estão muito à tona, faz-se necessário uma análise mais profunda de qual tipo de dado pode ou não pode ser disponibilizado.

3.5 ANÁLISE DOS PROBLEMAS E PROPOSTA DE ABORDAGEM

Durante a realização das entrevistas para desenvolvimento do estudo de caso, foi mencionado pela Gerente da SRA que os problemas relacionados com a expedição do diploma no formato impresso ou digital começam com a origem dos dados que podem estar errados, desatualizados ou incompletos. A conclusão do desenvolvimento do projeto de secretaria digital e gestão de documentos eletrônicos com a digitalização dos prontuários dos alunos devem reduzir os riscos de extravio e o custo de armazenamento externo, além de agilizar os processos e contribuir para que sejam expedidos diplomas impressos e digitais com dados flexíveis corretos, reduzindo o retrabalho. Segundo a Gerente da SRA, no segundo semestre de 2019 o processo de matrícula dos calouros da graduação da FGV EAESP já será digital, com o upload de documentos nesse formato. É provável que a curto prazo os calouros assinem eletronicamente os contratos de prestação de serviços educacionais.

A proposta para a entrada de dados nos sistemas da FGV vem em consonância com uma proposta do Governo Federal em disponibilizar todas as informações do cidadão em um único cartão. No cartão poderiam ser inseridos dinamicamente os números do CPF, do RG, do certificado de reservista, do título eleitoral, do PIS/PASEP, da carteira profissional, o endereço, informações biográficas, foto e formação acadêmica. As informações de interesse das IES poderiam ser disponibilizadas através da utilização de APIs com o emprego de certificação digital padrão ICP Brasil ou através de leitura de *QR Code* para as informações não dinâmicas.

Em Portugal, no formato de um *Smart Card*, o Cartão de Cidadão começou a ser emitido em meados de 2006-2007, mas somente em 2010 substituiu o documento de identidade agregando em um chip inúmeras informações do cidadão, possibilitando identificar-se eletronicamente e assinar documentos digitais (PORTUGAL, 2010)

No Brasil há várias iniciativas de Cartão Cidadão, como por exemplo, da Rede Estadual de Ensino do Espírito Santo, que pretende disponibilizar o cartão com a tecnologia de certificação digital ICP-Brasil à todos os estudantes, contendo informações biográficas e foto, substituindo o ticket na cantina, permitindo o controle da frequência dos alunos, a utilização do cartão em substituição ao passe escolar bem como o uso como prontuário eletrônico com informações sobre o histórico do paciente na rede pública de saúde (MONTEIRO, 2012).

A partir do momento em que os dados cadastrais dos alunos já certificados com relação a veracidade são inseridos em lote no sistema acadêmico, a IES ganha agilidade em vários processos, como por exemplo, no processo de matrícula dos calouros, pois não seria mais necessário o preenchimento de formulários manuais, muito menos o upload de documentos digitalizados. Muitas horas seriam poupadas na conferência de documentação, propiciando aos dois colaboradores envolvidos no processo mais liberdade para desempenhar atividades estratégicas, mais gerenciais e menos operacionais.

A portaria do MEC nº 554, de 11 de março de 2019 (BRASIL, 2019) determina em seu Art. 2º que as IESs públicas e privadas deverão implementar a emissão e o registro dos seus diplomas de graduação por meio digital, portanto, ficam desobrigadas a expedir o diploma impresso tradicional. O Art. 11º especifica que não pode cobrado do aluno a emissão e o registro do diploma digital, mas é permitida a cobrança se o discente solicitar da IES a impressão em papel da representação visual do diploma digital. A emissão da versão digital em detrimento da versão impressa tradicional apresenta inúmeras vantagens, como a eliminação pela EIS do custo de impressão, a replicação e distribuição ilimitada e gratuita do documento pelo ex-aluno e a possibilidade de verificação automatizada da veracidade por destinatários (COSTA et al., 2018).

Outra questão não menos importante são os prováveis prejuízos intangíveis para a marca das IESs em virtude da falsificação de um diploma. Na outra extremidade, o aumento do prestígio da instituição devido a prestação de serviços de forma mais eficaz e eficiente. A FGV já recebia muitos estudantes internacionais para intercâmbio, mas após a assinatura da Declaração de Bolonha em 1.999 e a conquista de creditações internacionais nos anos subsequentes, o número de estudantes cresceu significativamente, com aumento proporcional da emissão e registro de diplomas para esses alunos. Com o advento do diploma digital, o

processo de emissão de diplomas para esses alunos fica mais simples, mais seguro, mais confiável e mais rápido. Já com a utilização de *blockchain*, a descentralização garante ainda mais segurança no processo, pois os nós precisam reconhecer a transação para ela se tornar válida, eliminando intermediários e terceiros que podem contribuir com as falsificações.

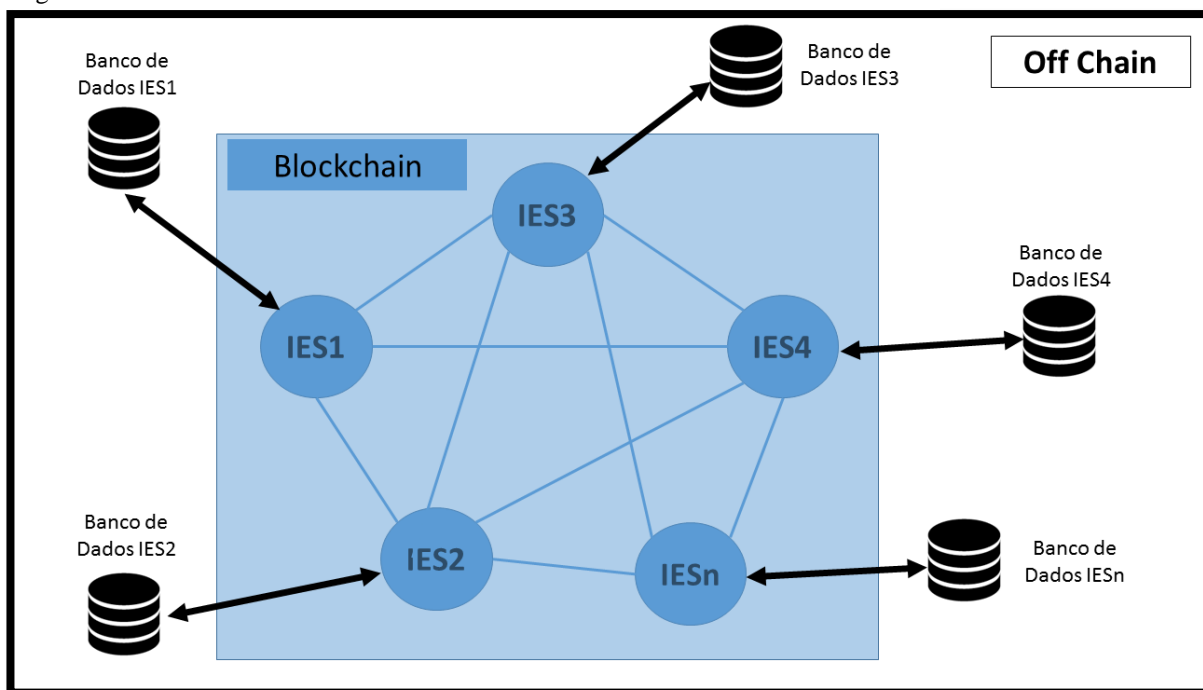
No tocante a Portaria nº 1.095, de 25 de outubro de 2018 que determina que as faculdades vinculadas ao sistema federal de ensino poderão registrar seus diplomas de graduação, o pesquisador recomenda que as EISs que se enquadrem na Portaria peçam autorização ao MEC para registrar seus diplomas de graduação, de modo a reduzir os custos e o tempo de registro.

Conforme evidenciado na revisão de literatura, o Ministério da Educação do Brasil, a LGPG e o Marco Civil da Internet apoiam a utilização de novas tecnologias. A tecnologia de *blockchain* é uma solução que garante presteza, segurança e confiabilidade porque se baseia na descentralização dos dados e a utilização de um algoritmo de consenso com carimbo do tempo que impede o *double-spending*. Devido a essas características, a tecnologia começou a ser utilizada no Brasil para registro e validação de diplomas. A primeira iniciativa foi realizada pela Universidade Federal da Paraíba (doravante UFPB) que através da pesquisa e desenvolvimento de professores e alunos do Laboratório de Aplicações de Vídeo Digital (Lavid) vinculado ao Departamento de Informática, com recursos da Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (doravante RNP), vem desenvolvendo há quase três anos o Serviço de Autenticação e Preservação Digital de Documentos. Segundo Costa et al (2018), a ideia é oferecer para as Universidades Federais do país uma interface onde as IES possam registrar diplomas e certificados em uma *Blockchain*, além de permitir que outras instituições como por exemplo, empresas contratantes, agências de emprego, possam facilmente verificar a veracidade de um documento utilizando para isso seu número de registro na DLT (acrônimo de *Distributed Ledger Technology*). Recentemente a UFPB emitiu e registrou na DLT do Bitcoin os 11 primeiros diplomas do curso Ciência da Computação e Engenharia da Computação (UFPB, 2019).

Após análise mais detalhada sobre questões legais relativas à privacidade (Marco Civil da Internet e LGPD), bem como as portarias e normas do Ministério da Educação do Brasil, conclui-se que as IESs podem disponibilizar publicamente somente os dados oriundos do XML público, necessários à impressão da representação visual do diploma digital bem como sua validação. No tocante ao registro na *blockchain*, o RG é considerado um dado que identifica a pessoa natural, portanto, conforme já exposto nos critérios a serem analisados para adoção de *blockchain*, as IESs devem analisar a possibilidade de utilizar um modelo híbrido, onde os dados públicos são registrados em uma *blockchain* pública e os privados em um banco de dados

convencional (*off-chain*) ou eventualmente em uma *blockchain* híbrida, combinando as características da *blockchain* pública com as de uma *blockchain* privada (Figura 15).

Figura 15 - Modelo híbrido



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ficou evidenciado durante as entrevistas realizadas com alguns colaboradores da secretaria de registros da FGV, análise de questões legais e revisão de literatura que a implementação do diploma digital em conjunto com a tecnologia de *blockchain* podem ajudar a aumentar a eficiência operacional, pois permite a padronização de processos, a realização de uma número menor de tarefas, em menos tempo, de forma muito mais segura e com o emprego de uma quantidade menor de pessoas, o que se reflete em redução de custos.

A Portaria nº 554 no Art. 9º, parágrafo 6º determina que as IES também ficam obrigadas legalmente a encaminhar ao MEC todos os arquivos *XML* dos diplomas digitais emitidos, registrados e disponibilizados aos estudantes, mas não especifica o processo de envio. Na visão do autor, o MEC ao regulamentar a Portaria poderia excluir a obrigatoriedade de registro no DOU bem como o envio dos arquivos *XML* em prol de mais agilidade nos processos com redução da burocracia. Faz sentido o envio dos arquivos *XMLs* somente se estiver no planejamento do MEC a transformação dos dados em informações úteis que possam melhorar o processo de expedição e registro de diplomas digitais. Devido a sua estrutura descentralizada, segurança, proteção de dados de forma transparente e sem a necessidade de intermediários ou terceiros, a tecnologia de *blockchain* poderia eliminar processos legais.

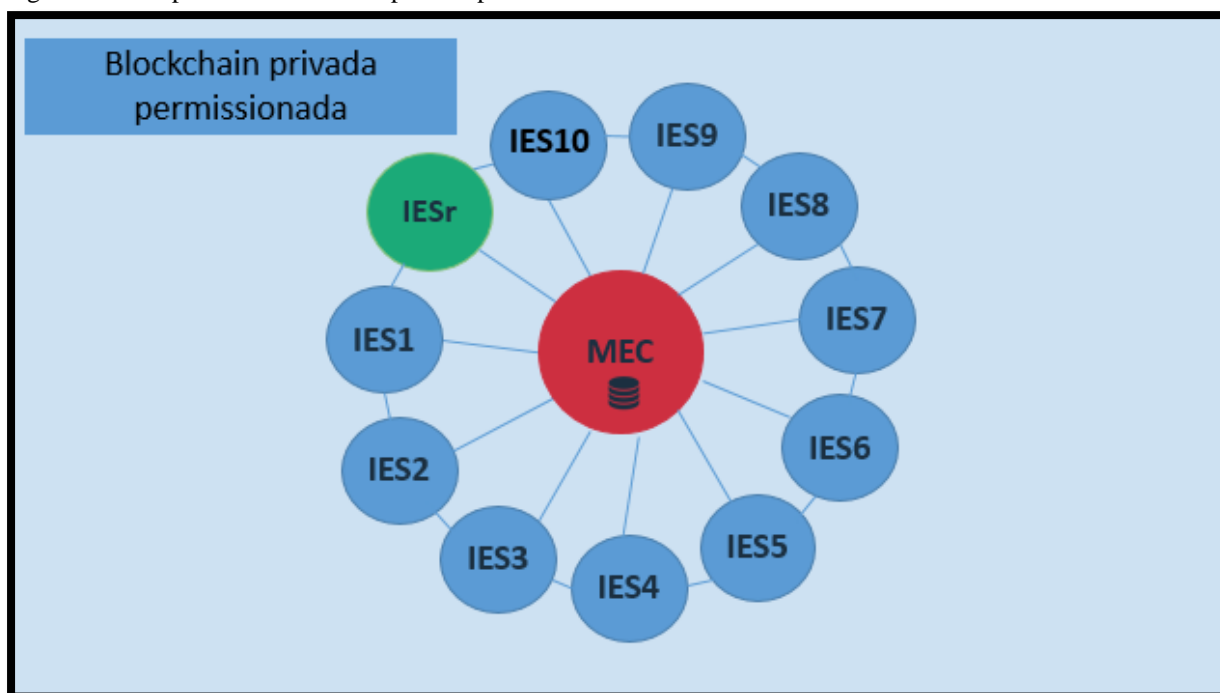
De acordo com a colaboradora responsável pela arquitetura de sistemas na FGV, é importante a contratação de consultoria jurídica especializada em educação para apoiar a EIS na tomada de decisão no tocante ao tipo de assinatura de cada documento (se eletrônica ou digital), bem como identificar quais documentos devem ser transferidos para o acervo acadêmico. Ainda segundo essa colaboradora, a EIS deve se atentar com a integração entre os sistemas legados e os novos sistemas que serão desenvolvidos ou adquiridos de terceiros, como por exemplo, ferramenta para assinar eletronicamente e o próprio certificado digital. Vale ressaltar que as Portarias números 315, 330 e 554 do MEC determinam a utilização de certificação digital padrão ICP-Brasil, para garantir a autenticidade, a integridade, a confiabilidade, a disponibilidade, a rastreabilidade e a validade jurídica e nacional do acervo, dos documentos emitidos e dos diplomas digitais.

Conforme verificado na teoria, o componente de segurança do diploma digital da forma que foi idealizado pelo Ministério da Educação do Brasil se baseia na certificação digital baseada na Infraestrutura de Chaves Públicas Brasileira – ICP-Brasil, mas como utiliza o conceito de criptografia assimétrica, também poderia ser utilizado para registro dos dados flexíveis e públicos do diploma em uma blockchain pública. *Blockchain* e ICP-Brasil deveriam ser tecnologias complementares e não concorrentes, pois ICP-Brasil trata dos requisitos legais necessários à identificação civil e o *blockchain* trata do armazenamento distribuído com segurança criptográfica para registro de transações entre dois usuários, sem vinculação das chaves públicas e privadas à pessoa, de modo a garantir o anonimato. O anonimato proposto por Satoshi Nakamoto foi importante para a essência do Bitcoin, mas é evidente que esse anonimato não é interessante para todos as soluções de *blockchain*. A integração entre ICP-Brasil e *blockchain* ainda carece de parcerias, mas há movimentação em vários setores tanto da iniciativa privada quanto do governo nesse sentido. A figura 16 exemplifica o processo de registro do diploma digital conforme determina a Portaria nº 554 com a utilização de *blockchain*.

Figura 16 - Processo registro diploma *blockchain*

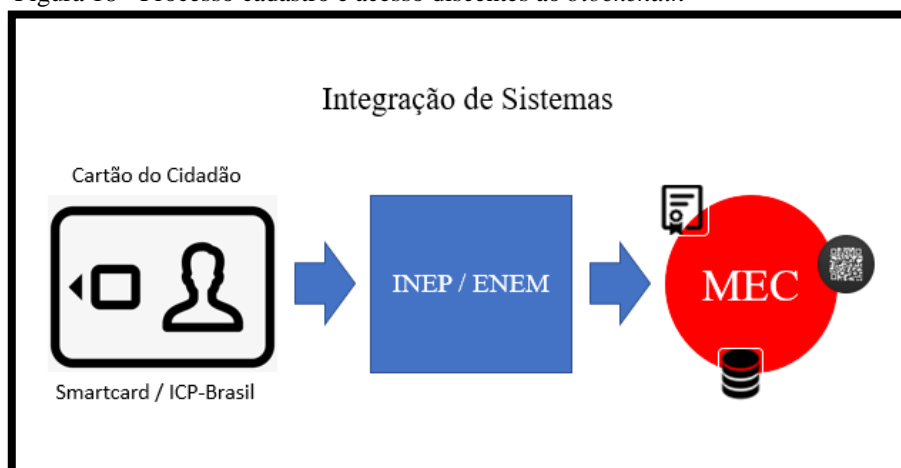
Fonte: Elaborado pelo autor.

As IES vão enfrentar problemas complexos para implementar a digitalização do acervo acadêmico, a secretaria digital e por fim o diploma digital. É bem provável que instituições mais tradicionais, maiores, com mais recursos financeiros, mais líderes, talentos e menor inércia empresarial terão vantagem em relação as instituições mais novas e com ausência de recursos humanos e materiais, portanto, é previsível que nem todas as instituições vão conseguir atender as questões legais determinadas pelo Ministério da Educação. Não é objetivo desse artigo propor uma abordagem para esse problema específico, mas o pesquisador toma a liberdade de sugerir a centralização e padronização de questões de tecnologia no Ministério da Educação, através da implementação de uma rede *blockchain* privada e permissionada para registro dos dados assinados do XML do diploma digital. O MEC faria o papel de entidade central, administradora e com um nível maior de privilégios, as universidades registradoras (em verde) com um nível intermediário e as IES sem a prerrogativa de registro para diplomas com privilégios básicos. As 2448 EIS pertencentes a Rede de Educação Superior Brasileira (INEP, 2017) permitiriam a descentralização dos dados e poderiam ser utilizadas para validar o registro de diplomas digitais através da utilização de um algoritmo de consenso para garantir a segurança (Figura 17).

Figura 17 – Proposta de *blockchain* privada permissionada

Fonte: Elaborado pelo autor

Nessa abordagem, o cadastro e acesso dos discentes ao *blockchain* poderia ser realizado por meio da utilização do Cartão do Cidadão com certificação ICP-Brasil, integrado com a base de dados do INEP (autarquia federal já responsável pela prova do ENEM), permitindo o download e consequente impressão da representação visual de certificados e diplomas digitais, além do compartilhamento da sua URL única com agências de recrutamento, empresas e instituições de ensino (Figura 18). A integração dos sistemas e processos com utilização de assinatura digital reduziria o risco de um diploma digital ser expedido e registrado na *blockchain* com dados flexíveis errados, desatualizados ou incompletos.

Figura 18 - Processo cadastro e acesso discentes ao *blockchain*

Fonte: Elaborado pelo autor

Independentemente do tipo de *blockchain* a ser utilizada para registro e validação do diploma digital, seja pública e descentralizada com inserção dos dados flexíveis e públicos na DLT Bitcoin, ou privada e permissionada conforme proposto nas figuras 17 e 18, há um *trade-off* entre custo, segurança e velocidade. Devido a sua quantidade maior de nós e sua estrutura descentralizada, a *blockchain* pública é bastante segura e confiável, mas possui custo por transação além de suportar uma quantidade menor de transações por segundo, influenciando diretamente na velocidade. Já a *blockchain* privada possui uma quantidade menor de nós o que poderia ajudar na velocidade mas prejudicar na segurança, por outro lado, como já existe uma relação de confiança entre esses nós e há permissionamento monitorado e controlado pelas organizações administradoras, o risco de segurança é mitigado e o custo é praticamente zero, não havendo a necessidade de se utilizar criptomoeda.

Quando comparamos a proposta para registro e validação de diplomas por meio de *blockchain* com a implementação do diploma digital proposta pelo MEC, esse mesmo trade-off é menos perceptível devido a obrigatoriedade no atendimento de questões legais determinadas pela Portaria nº 554, de 11 de março de 2019. Nesse caso, a vantagem do *blockchain* é basicamente a descentralização onde os pontos fortes são segurança e confiabilidade. Caso o MEC opte no futuro pelo *blockchain* para registro e validação de diplomas digitais com otimização de processos, é provável que ocorra redução de custos para as IESs com aumento da eficiência, o que se traduz em mais agilidade e velocidade nas transações.

O quadro 9 apresenta as contribuições proporcionadas por esse trabalho aplicado de modo que fique mais simples ao leitor aplicá-lo em sua IES privada.

Quadro 9 – Contribuições para aplicabilidade de *blockchain* em IESs privadas

Item	Descrição
1	Não há estudos sobre a aplicabilidade de <i>blockchain</i> para registro e validação de diplomas digitais expedidos por IES privadas no Brasil. Fora do país, há casos de sucesso, mas as leis são diferentes. Durante revisão de literatura, os casos encontrados no Brasil estão desatualizados em virtude da promulgação recente da Portaria nº 554, ou foram aplicados especificamente em universidades que são menos fiscalizadas pelo MEC. Esse trabalho aplicado é relevante porque apresenta uma proposta específica.
2	A portaria nº 554 não regulamenta completamente o processo de emissão, registro e validação do diploma digital. O MEC deve publicar normas complementares, portanto, para evitar retrabalho as IES privadas devem aguardar essas publicações.
3	A portaria nº 554, a Lei Geral de Proteção de Dados e o Marco Civil da Internet apoiam a utilização de novas tecnologias, mas a privacidade do aluno precisa ser respeitada. O diploma digital é composto por um XML público e por um XML privado, mas somente os dados do XML público podem ser disponibilizados para consulta e emissão da representação visual do diploma digital

Item	Descrição
4	A tecnologia de <i>blockchain</i> pode ser utilizada de modo a garantir a privacidade, a segurança, e a confiabilidade na expedição, registro e validação de diplomas digitais em instituições de ensino superior privadas, mas devido a legislação vigente, as IES devem considerar o armazenamento de dados privados como o RG em um banco de dados comum (<i>off-chain</i>)
5	Relaciona os tipos de <i>blockchain</i> , apresenta suas diferenças no tocante a aspectos de velocidade, segurança, privacidade, centralização / descentralização, consumo de energia, velocidade e algoritmos de consenso. Não são conceitos inéditos, mas são relevantes na escolha da <i>blockchain</i> a ser utilizada.
6	Relata como funciona o Blockcerts, código aberto desenvolvido pelo MIT para registro e validação de diplomas.
7	No tocante aos critérios a serem analisados para adoção de <i>blockchain</i> , o trabalho aplicado compara a Infraestrutura de Chaves Públicas Brasileira - ICP-Brasil com a estrutura de chaves públicas privadas do <i>blockchain</i> . Na prática, as duas tecnologias são tratadas como concorrentes, mas a conclusão do autor é a de que deveriam ser tecnologias complementares e integradas, visando a redução de custos, agilidade de processos e aumento da segurança com a correta identificação da pessoa natural, ao invés do anonimato proposto por Satoshi Nakamoto.
8	Detalha os processos de emissão, registro e validação de diplomas impressos bem como as etapas necessárias para expedição, registro e validação dos diplomas digitais. Ao final, propõe um fluxo para registro e validação de diplomas digitais na <i>blockchain</i> .
9	Propõe um modelo de <i>blockchain</i> privado e permissionado para emissão, registro e validação de diplomas, onde o MEC faria o papel de entidade central, administradora e com um nível maior de privilégios, as universidades registradoras com um nível intermediário e as IES com privilégios básicos.
10	Propõe a utilização de um <i>smartcard</i> com certificação digital padrão ICP-Brasil para armazenar dados privados e sensíveis de forma segura, garantindo a correta identificação da pessoa natural e evitando a entrada de dados incorretos ou desatualizados, necessários à emissão dos diplomas digitais.

Fonte: Elaborado pelo autor.

4. CONCLUSÕES

4.1 CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS

Este trabalho aplicado teve como objetivo verificar como funcionam atualmente os processos de expedição, registro e validação de primeira e segunda vias de diplomas, e como provavelmente se dará o processo de implementação do diploma digital à luz de questões legais exigidas pelo Ministério da Educação. Como parte do objetivo, o trabalho aplicado também respondeu como a tecnologia de *blockchain* poderia ser utilizada de modo que fosse possível garantir a privacidade, a segurança, e a confiabilidade na expedição, registro e validação de diplomas digitais em instituições de ensino superior privadas levando em consideração as leis vigentes. Para tal, realizou-se uma pesquisa do tipo qualitativa, adotando-se a estratégia de estudo de caso, utilizando-se como referência a Secretaria de Registros Acadêmicos da Fundação Getulio Vargas de São Paulo. Inicialmente foi realizada uma revisão de literatura sobre o ensino superior no Brasil e a tecnologia de *blockchain*, suas características e aplicações

relacionadas com a expedição, registro e validação de diplomas. Na sequência, foram analisadas as portarias, leis e normas promulgadas pelo Ministério da Educação que dispõem sobre a expedição, registro e validação de diplomas, tanto no tocante aos diplomas impressos convencionais quanto aos digitais, partindo-se posteriormente para a etapa de coleta de dados através da realização de entrevistas. Ao final dessa fase, realizou-se uma análise de conteúdo visando o entendimento dos processos relacionados com a expedição, o registro e a validação dos diplomas digitais à luz de questões legais e técnicas, além do desenvolvimento de uma proposta de abordagem para utilização da tecnologia de *blockchain* em consonância com questões de segurança e confiabilidade, além de questões de privacidade regulamentadas pelo Marco Cível da Internet e pela Lei Geral de Proteção de Dados.

Primeiramente, a pesquisa constatou através de revisão de literatura e confirmou através das entrevistas que as IES privadas devem se preocupar em atender rapidamente, de forma segura e legal as necessidades de seus *stakeholders* sob pena de não serem mais relevantes no futuro. Alunos recém-formados precisam do diploma o mais rápido possível para que possam participar de processos seletivos. Já as empresas, agências de recrutamento e órgãos governamentais, precisam verificar a veracidade de documentos e diplomas em virtude do excesso de falsificação. Uma forma de garantir a expedição, registro e validação de diplomas em menos tempo, de forma mais segura e com menor custo é através da implementação do diploma digital, mas foi constatado nesse trabalho aplicado que a tecnologia de *blockchain* é uma opção viável para registrar os dados flexíveis do diploma de forma distribuída, agregando uma camada adicional de segurança.

Esse trabalho aplicado contribui inicialmente com a teoria porque analisa a implementação do diploma digital e a utilização de *blockchain* no contexto das IES particulares que possuem processos diferentes para registro do diploma e são mais fiscalizadas pelo MEC. Conforme exposto nesse trabalho aplicado, há pouca literatura disponível no Brasil sobre expedição, registro e validação de diplomas digitais, e menos literatura ainda quando inserimos no contexto a tecnologia de *blockchain* para potencializar esse processo. Existem alguns casos de sucesso, mas a maioria são internacionais onde as leis são diferentes. No Brasil e conforme exposto nesse trabalho aplicado, há algumas iniciativas de implementação do diploma digital, mas o único artigo encontrado sobre a aplicação de *blockchain* para registro e validação de diplomas digitais é de Costa et al. (2018), tornando público os resultados preliminares e prova de conceito de um projeto desenvolvido na Universidade Federal da Paraíba, mas a princípio não pode ser aplicado integralmente as faculdades particulares porque está desatualizado devido a promulgação recente da Portaria nº 554, com detalhes de procedimentos administrativos e

técnicos que devem ser observados pelas IESs para emissão e registro de diplomas digitais de graduação (BRASIL, 2019).

Após análise fica perceptível que os processos para expedição, registro e validação de diplomas impressos estão assimilados pelas IES privadas, o que pode ser observado pelo número expressivo de 950 mil diplomas expedidos em 2017, mas no tocante ao processo de expedição, registro e validação de diplomas digitais, a falta de regulamentação impede grandes investimentos por parte das IESs privadas. Não há informações detalhadas sobre como se daria o processo digital para registro de diplomas expedidos por faculdades privadas que não tenham obtido CI máximo nas duas últimas avaliações do MEC, ou seja, ainda dependentes de Universidade registradoras. Faltam informações sobre a correta formação dos arquivos *XML* (*XSD Schema Definition*) e até a data de fechamento desse trabalho aplicado, o MEC ainda não havia distribuído aplicativo para leitura do *QR Code*, validação do *XML* e visualização dos dados do diplomado. A obrigatoriedade de registro no DOU é um retrocesso, assim como o envio dos *XMLs* dos diplomas ao MEC. Esse trabalho aplicado contribui mais uma vez com a teoria porque demonstra que algumas questões legais poderiam ser resolvidas com a utilização de *blockchain*, agilizando os processos com redução de custos.

No entendimento do pesquisador, há evidências que a Portaria nº 554 em seu Art. 8º leva em consideração a Lei Geral de Proteção de Dados e o Marco Cível da Internet, no entanto, há somente uma menção sobre a obrigatoriedade de se disponibilizar para consulta somente os dados públicos do diploma. No diploma, o RG é um dado privado que identifica a pessoa natural, portanto, esse trabalho aplicado analisa essas questões legais, propondo um modelo híbrido de *blockchain*, específico para tratamento de dados privados ou sensíveis, que além de atender a legislação reduz custos através da utilização de bancos de dados convencionais.

Esse trabalho aplicado propõe um modelo de *blockchain* privado e permissionado para emissão, registro e validação de diplomas, onde o MEC faria o papel de entidade central, administradora e com um nível maior de privilégios, as universidades registradoras com um nível intermediário e as IES com privilégios básicos. Por fim, durante as entrevistas para desenvolvimento do caso, a autor percebeu que parte dos problemas relacionados com a confiabilidade dos dados são decorrentes da origem dos mesmos, portanto, esse trabalho aplicado também contribui para a literatura sugerindo a adoção de dispositivos tecnológicos como o cartão cidadão, para armazenar dados privados e sensíveis de forma segura com o emprego de certificação digital padrão ICP-Brasil.

4.2 IMPLICAÇÕES PRÁTICAS

Na prática, os pesquisadores vinculados a IESs privadas que possuem processo de emissão, registro e validação de certificados semelhantes aos utilizados pela FGV, podem utilizar esse trabalho aplicado para entendimento das especificidades legais e técnicas do diploma digital bem como utilizar a proposta para registrar os dados flexíveis e públicos do diploma digital em uma *blockchain* pública, considerando para isso a utilização de um banco de dados convencional para armazenamento de dados privados ou sensíveis ou, a utilização de uma *blockchain* privada com flexibilidade de permissionamento.

É público o interesse do governo brasileiro com relação a aspectos regulatórios do *blockchain* Bitcoin de modo que o problema do anonimato seja resolvido, por outro lado, há interesse de vários setores da economia na integração da cadeia hierárquica de confiança IPC-Brasil com as chaves públicas e privadas do *blockchain* de modo que a identificação da pessoa natural seja unificada.

Ao MEC que é um órgão do governo federal brasileiro, esse trabalho aplicado pode ser de grande valia caso considere viáveis em um futuro próximo as características, funcionalidades e benefícios do *blockchain* para registro e validação de diplomas.

4.3 LIMITAÇÕES

Em virtude da ausência de regulamentação definitiva sobre o tema diploma digital, não foi possível detalhar o processo completo de expedição, registro e validação do diploma, com todas as suas especificidades técnicas e legais. Por esse mesmo motivo, optou-se por desenvolver uma proposta para utilização de *blockchain* e não um projeto completo para implementação da tecnologia onde outros fatores devem ser analisados.

4.4 ESTUDOS FUTUROS

Caso a tecnologia de *blockchain* seja realmente empregada em grande escala para registro e validação de certificados e diplomas no Brasil, sugere-se que estudos futuros explorem de forma quantitativa sua eficiência. Também espera-se estudar a interoperabilidade

do *blockchain*, bem como o estudo de outras tecnologias de rede distribuída que possam vir a ser até mais eficientes, rápidas e escalonáveis. Outra questão não menos importante é o estudo de diversos outros fatores que influenciam na adoção ou não adoção de tecnologias disruptivas, como por exemplo, estratégia digital alinhada a estratégia de negócios, capacidade de investimento em TI das organizações, mudanças culturais e de *mindset*, preparação da liderança, maturidade digital e manutenção de talentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

101 BLOCKCHAINS. **101 Blockchains - Your Guide to the Blockchain World**. [s.d.]. Disponível em: <<https://101blockchains.com/>>. Acesso em: 20 maio. 2019.

ALLAYANNIS, George (Yiorgos); FERNSTROM, Aaron. **An Introduction to Blockchain** University of Virginia - Darden School of Business, , 2017. Disponível em: <https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3050049>. Acesso em: 11 maio. 2019.

ALVES, Paulo. **O que é HTTPS e como ele pode proteger a sua navegação na Internet**. 2014. Disponível em: <<https://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2014/02/o-que-e-https-e-como-ele-pode-protoger-sua-navegacao-na-internet.html>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

ANWAR, Hasib. **6 Key Blockchain Features You Need to Know about!** 2018a. Disponível em: <<https://101blockchains.com/introduction-to-blockchain-features/>>. Acesso em: 20 maio. 2019.

ANWAR, Hasib. **Consensus Algorithms: The Root Of The Blockchain Technology**. 2018b. Disponível em: <<https://101blockchains.com/consensus-algorithms-blockchain/#prettyPhoto>>. Acesso em: 20 maio. 2019.

ARAÚJO, Andre. **O consenso do blockchain**. 2018. Disponível em: <<https://www.ibm.com/developerworks/community/blogs/tlcbr/entry/mp323?lang=en>>. Acesso em: 5 jan. 2019.

ARNOLD, Andrew. **Can Blockchain Help Brands Become GDPR Compliant?** 2018. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/andrewarnold/2018/11/20/can-blockchain-help-brands-become-gdpr-compliant/#48bde3b31203>>. Acesso em: 9 jan. 2019.

BENBASAT, Izak; GOLDSTEIN, David K.; MEAD, Melissa. The Case Research Strategy in Studies of Information Systems. **MIS Quarterly**, [s. l.], v. 11, n. 3, p. 369–386, 1987. Disponível em: <<http://10.0.9.3/248684>>

BENEFÍCIOS E APLICAÇÕES DA CERTIFICAÇÃO DIGITAL. **Hierarquia da ICP-Brasil**. [s.d.]. Disponível em: <http://www.beneficioscd.com.br/cartilha_online/?pagina=oq06>. Acesso em: 10 maio. 2019.

BINANCE ACADEMY. **O Que São os Algoritmos de Consenso das Blockchains | Binance Academy**. 2018. Disponível em: <<https://www.binance.vision/pt/blockchain/what-is-a-blockchain-consensus-algorithm>>. Acesso em: 13 maio. 2019.

BLOCKCERTS. **Quick Start - Blockcerts : The Open Standard for Blockchain Credentials**. [s.d.]. Disponível em: <<https://www.blockcerts.org/guide/quick-start.html>>. Acesso em: 14 maio. 2019.

BRANDÃO, José Luiz. **Diploma Digital é a onda do momento**. 2018. Disponível em: <<https://cryptoid.com.br/colunistas/jose-luiz-brandao/diploma-digital-e-onda-do-momento/>>. Acesso em: 3 maio. 2019.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Diretrizes e bases da educação nacional**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 12, p. 27833, 23 dez. 1996. Seção I.

BRASIL. Decreto nº 6.605, de 14 de outubro de 2008. **Dispõe sobre o Comitê Gestor da Infra-Estrutura de Chaves Públicas Brasileira - CG ICP-Brasil, sua Secretaria-Executiva e sua Comissão Técnica Executiva – COTEC.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, p. 2, 15 out. 2008. Seção I.

BRASIL. **Saiba como funciona sistema de ensino superior no Brasil — Governo do Brasil.** 2009a. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/noticias/educacao-e-ciencia/2009/11/ensino-superior>. Acesso em: 4 maio. 2019.

BRASIL. Lei nº 12.037, de 01 de outubro de 2009. **Identificação criminal do civilmente identificado, regulamentando o art. 5º, inciso LVIII, da Constituição Federal.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 77, p. 1, 02 out. 2009b. Seção I.

BRASIL. Parecer CNE/CES nº 226, de 28 de março de 2013. **Possibilidade de emissão de diploma digital para fins de atendimento ao art. 32, § 4º, da Portaria Normativa nº 40/2007, republicada em 29 de dezembro de 2010.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, p. 12, 28 mar. 2013. Seção I.

BRASIL. Lei nº 12.965, de 23 de abril de 2014. **Princípios, garantias, direitos e deveres para o uso da Internet no Brasil.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 77, p. 1, 24 abr. 2014. Seção I.

BRASIL. Decreto nº 9.235, de 15 de dezembro de 2017. **O exercício das funções de regulação, supervisão e avaliação das instituições de educação superior e dos cursos superiores de graduação e de pós-graduação no sistema federal de ensino.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 241, p. 2-9, 18 dez. 2017. Seção I.

BRASIL. Portaria nº 315, de 04 de abril de 2018. **Procedimentos de supervisão e monitoramento de instituições de educação superior integrantes do sistema federal de ensino e de cursos superiores de graduação e de pós-graduação lato sensu, nas modalidades presencial e a distância.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 65, p. 9, 05 abr. 2018a. Seção I.

BRASIL. Portaria nº 330, de 05 de abril de 2018. **Emissão de diplomas em formato digital nas instituições de ensino superior pertencentes ao sistema federal de ensino.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 66, p. 114, 06 abr. 2018b. Seção I.

BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. **Lei geral de proteção de dados pessoais.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 157, p. 59, 15 ago. 2018c. Seção I.

BRASIL. Portaria nº 1095, de 25 de outubro de 2018. **Expedição e registro de diplomas de cursos superiores de graduação no âmbito do sistema federal de ensino.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 207, p. 32, 26 out. 2018d. Seção I.

BRASIL. Portaria nº 554, de 11 de março de 2019. **Emissão e o registro de diploma de graduação, por meio digital, pelas Instituições de Ensino Superior - IES pertencentes ao Sistema Federal de Ensino.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 48, p. 23-24, 12 mar. 2019. Seção I.

CARRIJO, José. **Síntese Blockchain.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.itl.gov.br/images/repositorio/publicacoes_tecnicas/Síntese_Blockchain.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2019.

CENTNER, Martin. **XML Advanced Electronic Signatures (XAdES) Implementation and Interoperability**. [s.l: s.n.]. Disponível em:

<<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.137.1977&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2019.

CORRÊA, Douglas. **Quadrilha distribuiu mais de 350 mil diplomas escolares falsos | Agência Brasil**. 2018. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-09/quadrilha-distribuiu-mais-de-350-mil-diplomas-escolares-falsos>>. Acesso em: 12 abr. 2019.

COSTA, Rostand et al. **Uso Não Financeiro de Blockchain: Um Estudo de Caso Sobre o Registro, Autenticação e Preservação de Documentos Digitais Acadêmicos** *Anais do I Workshop em Blockchain: Teoria, Tecnologias e Aplicações (WBlockchain - SBRC 2018)* SBC, , 2018. Disponível em:

<<http://portaldeconteudo.sbc.org.br/index.php/wblockchain/article/view/2356>>. Acesso em: 6 mar. 2019.

CUNHA, Marcos Ribeiro; RIBEIRO, Marcos. Gestão estratégica de IES : modelos e funções do planejamento estratégico em universidades públicas e privadas de Palmas – Tocantins. [s. l.], 2011. Disponível em: <<http://recil.grupolusofona.pt/handle/10437/3804>>. Acesso em: 4 maio. 2019.

DATA SCIENCE BRIGADE. **A Diferença Entre Inteligência Artificial, Machine Learning e Deep Learning**. 2016. Disponível em: <<https://medium.com/data-science-brigade/a-diferença-entre-inteligência-artificial-machine-learning-e-deep-learning-930b5cc2aa42>>. Acesso em: 5 jun. 2018.

DINIZ, Eduardo H. Emerge uma nova tecnologia disruptiva. **GV Executivo**, São Paulo, p. 5, 2017. Disponível em: <https://rae.fgv.br/sites/rae.fgv.br/files/gv_v16n2_ce8.pdf>. Acesso em: 11 maio. 2019.

FGV. **Declaração acerca da Fundação Getulio Vargas, suas unidades, seu ideário, suas atividades no período de 2002 a 2017, seus investimentos em ativo fixo no período de 2008 a 2017, das subvenções e auxílios recebidos e seus balanços relativos ao exercício de 2017**. Rio de Janeiro. Disponível em: <https://portal.fgv.br/sites/portal.fgv.br/files/u82/prestacao_de_contas_2017_-_sitio_fgv.pdf>. Acesso em: 18 maio. 2019.

FGV EAESP. **Sobre a FGV EAESP**. 2018. Disponível em: <<https://eaesp.fgv.br/sobre-eaesp>>. Acesso em: 18 maio. 2019.

FLORIAN, Martin et al. Erasing Data from Blockchain Nodes. [s. l.], 2019. Disponível em: <<http://arxiv.org/abs/1904.08901>>. Acesso em: 11 jul. 2019.

G1 ES. **Mais de 900 pessoas que compraram diplomas falsos são identificadas no ES | Espírito Santo | G1**. 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/es/espírito-santo/noticia/2019/01/22/mais-de-900-pessoas-que-compraram-diplomas-falsos-sao-identificadas-no-es.ghtml>>. Acesso em: 1 maio. 2019.

GIRALDO, Valentina. **Cloud computing: o que é, para que serve e como usar no seu negócio**. 2018. Disponível em: <<https://rockcontent.com/blog/cloud-computing/>>. Acesso em: 1 maio. 2019.

GOMES, Paulo A. O desenvolvimento brasileiro e a necessidade de recursos humanos. In: **Desafios da Gestão Universitária Contemporânea**. [s.l.] : Artmed, 2011. p. 376.

GRECH, Alexander; CAMILLERI, Anthony F. **Blockchain in Education**. [s.l.] : Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2017. Disponível em: <https://www.pedocs.de/frontdoor.php?source_opus=15013>. Acesso em: 5 jan. 2019.

GREGORY, Gabriel. Blockchain e a Lei de proteção de dados. Compatíveis ou não ? **Jus Brasil**, [s. l.], 2018. Disponível em: <<https://gggregory096.jusbrasil.com.br/artigos/648118524/blockchain-e-a-lei-de-protecao-de-dados-compativeis-ou-nao>>. Acesso em: 9 jan. 2019.

GUPTA, Vinay. **Uma breve história sobre a Blockchain**. 2017. Disponível em: <<https://hbrbr.uol.com.br/uma-breve-historia-sobre-blockchain/>>. Acesso em: 14 maio. 2019.

INEP. **Índice Geral de Cursos (IGC) - INEP**. 2017. Disponível em: <<http://inep.gov.br/indice-geral-de-cursos-igc->>. Acesso em: 23 fev. 2019.

INEP. **CENSO DA EDUCAÇÃO SUPERIOR Notas Estatísticas 2017**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_superior/censo_superior/documentos/2018/censo_da_educacao_superior_2017-notas_estatisticas2.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2019.

ITI. **ICP-Brasil - Infraestrutura de Chaves Públicas Brasileira**. 2019. Disponível em: <<https://www.iti.gov.br/icp-brasil>>. Acesso em: 23 jan. 2019.

MACHADO, Robson. **A BlockChain é mesmo esse substituto milagroso à ICP-Brasil como certos segmentos defendem? Câmara Brasileira de Comércio Eletrônico**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www.camara-e.net/2017/07/17/a-blockchain-e-mesmo-esse-substituto-milagroso-a-icp-brasil-como-certos-segmentos-defendem>>. Acesso em: 23 jan. 2019.

MAGALHÃES, António M. **Revista Lusofona de Educacao**. [s.l.] : Universidade Lusofona de Humanidades e Tecnologias, CEIEF, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1645-72502006000100002>. Acesso em: 4 maio. 2019.

MCAFEE, Andrew; BRYNJOLFSSON. **Big Data: The Management Revolution**. 2012. Disponível em: <<https://hbr.org/2012/10/big-data-the-management-revolution>>. Acesso em: 1 maio. 2019.

MICHELS, Johan D. et al. Blockchain Demystified: A Technical and Legal Introduction to Distributed and Centralised Ledgers. **Richmond Journal of Law and Technology**, [s. l.], v. 25, n. 1, p. 106, 2018. Disponível em: <<https://jolt.richmond.edu/blockchain-demystified-a-technical-and-legal-introduction-to-distributed-and-centralised-ledgers/>>. Acesso em: 11 jul. 2019.

MONTEIRO, Amanda. **G1 - ES desenvolve cartão único para passe escolar, cantina e presença - notícias em Espírito Santo**. 2012. Disponível em: <<http://g1.globo.com/espírito-santo/noticia/2012/10/es-desenvolve-cartao-unico-para-passe-escolar-cantina-e-presenca.html>>. Acesso em: 5 mar. 2019.

MONTEIRO, Emiliano S.; MIGNONI, Maria Eloisa. **Certificados digitais: conceitos e práticas**. Rio de Janeiro: Brasport, 2007.

MORGAN, Glenda et al. **Top 10 Strategic Technologies impacting Higher Education in 2019**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://www.gartner.com/document/3902468?ref=solrAll&refval=218881832&qid=2e197bd9bc96919fc7d4ab5260>>. Acesso em: 21 mar. 2019.

NAKAMOTO, Satoshi. **Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>>. Acesso em: 19 dez. 2018.

NAYAK, Saras. **Digital transformation roadmap the case of Nova SBE's executive education**, 2018. Disponível em: <<https://search.ebscohost.com.sbxproxy.fgv.br/login.aspx?direct=true&db=edsrca&AN=rcaap.com.unl.10362.28309&lang=pt-br&site=eds-live>>

NOVAES, Irair Cruz. Internet das coisas na esfera educacional: aplicação e seus desafios. **Congresso Transformação Digital 2018**, [s. l.], 2018. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ocs/index.php/ctd/ctd2018/paper/view/6973>>. Acesso em: 4 maio. 2019.

O GLOBO. **O essencial da manhã: Faculdades privadas perdem 80 mil matrículas de calouros - Jornal O Globo**. 2018. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/brasil/o-essencial-da-manha-faculdades-privadas-perdem-80-mil-matriculas-de-calouros-22913542>>. Acesso em: 14 mar. 2019.

OLIVEIRA, Adriele. **Entenda como funciona o Credenciamento, Autorização e Reconhecimento no MEC**. 2018. Disponível em: <<https://www.educamaisbrasil.com.br/educacao/noticias/entenda-como-funciona-o-credenciamento-autorizacao-e-reconhecimento-no-mec>>. Acesso em: 4 maio. 2019.

OLIVEIRA, Henrique Pontes Gonçalves De. **A importância da simetria de informações para o sucesso dos projetos de tecnologia da informação, por meio das ações de cooperação**. 2017. Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getulio Vargas, [s. l.], 2017. Disponível em: <<https://search.ebscohost.com.sbxproxy.fgv.br/login.aspx?direct=true&db=ir00572a&AN=fgv.10438.18064&lang=pt-br&site=eds-live%0Ahttp://hdl.handle.net/10438/18064>>

ORCUTT, Mike. **How secure is blockchain really? - MIT Technology Review** MIT Technology Review. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://www.technologyreview.com/s/610836/how-secure-is-blockchain-really/>>. Acesso em: 28 dez. 2018.

PEREIRA, Alex Sandro da S. **Tipos de certificados digitais**. 2018. Disponível em: <<https://www.bry.com.br/blog/tipos-de-certificados-digitais/>>. Acesso em: 11 maio. 2019.

PEREIRA, Ana P. **O que é XML?** 2009. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/programacao/1762-o-que-e-xml-.htm>>. Acesso em: 14 mar. 2019.

PEREIRA, Fernando L. **Perspectivas para desenvolvimento e implantação de um sistema de emissão de diplomas baseado em certificação digital na Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://tede.ufsc.br/teses/PPAU0084-D.pdf>>. Acesso em: 10 maio. 2019.

PORTUGAL. **O Cartão de Cidadão**. 2010. Disponível em: <<https://www.autenticacao.gov.pt/o-cartao-de-cidadao>>. Acesso em: 5 mar. 2019.

PRADO, Jean. **O que é blockchain? [indo além do bitcoin]**. 2017. Disponível em: <<https://tecnoblog.net/227293/como-funciona-blockchain-bitcoin/>>. Acesso em: 13 maio. 2019.

PRASS, Ronaldo. **G1 - Entenda o que são os “QR Codes”, códigos lidos pelos celulares - notícias em Tecnologia e Games**. 2011. Disponível em: <<http://g1.globo.com/tecnologia/noticia/2011/05/entenda-o-que-sao-os-qr-codes-codigos-lidos-pelos-celulares.html>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

REDDY, Srinivas; REINARTZ, Werner. Digital Transformation and Value Creation: Sea Change Ahead. **GfK-Marketing Intelligence Review**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 11–17, 2017. Disponível em: <<http://10.0.5.235/gfkmir-2017-0002>>

REDE ABMES. **Seminário ABMES - Abril de 2019**. 2019. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?time_continue=1650&v=YUHXDYD6-Bnw>. Acesso em: 11 maio. 2019.

REVOREDO, Tatiana. **Os desafios de escalabilidade do Blockchain**. 2018. Disponível em: <<https://www.criptofacil.com/os-desafios-de-escalabilidade-da-blockchain/>>. Acesso em: 15 maio. 2019.

RODRIGUES, Gabriel M. Ensino privado: a qualidade e a imagem. In: **Desafios da Gestão Universitária Contemporânea**. [s.l.] : Artmed, 2011. p. 376.

ROJAS, Marco; CUSTÓDIO, Ricardo; RICARDO, Gian. **Segurança em Cifradores de Bloco Simétricos**. [s.l: s.n.].

ROSS, Jeanne. **Don’t Confuse Digital With Digitization**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://sloanreview.mit.edu/article/dont-confuse-digital-with-digitization/>>. Acesso em: 1 maio. 2019.

SCHALLMO, DANIEL; WILLIAMS, CHRISTOPHER A.; BOARDMAN, LUKE. DIGITAL TRANSFORMATION OF BUSINESS MODELS — BEST PRACTICE, ENABLERS, AND ROADMAP. **International Journal of Innovation Management**, [s. l.], v. 21, n. 08, p. 1740014, 2017. Disponível em: <<http://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/S136391961740014X>>. Acesso em: 7 dez. 2018.

SCHIAVON, Guto. **O que fazer quando um pedido de transação de Bitcoin atrasa?** 2017. Disponível em: <<https://foxbit.com.br/blog/o-que-fazer-quando-um-pedido-de-transacao-de-bitcoin-atrasa/>>. Acesso em: 17 maio. 2019.

SCHMIDT, Philipp. **Certificates, Reputation, and the Blockchain – MIT MEDIA LAB – Medium**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://medium.com/mit-media-lab/certificates-reputation-and-the-blockchain-aee03622426f>>. Acesso em: 24 jan. 2019.

SINGH, Nitish. **Hybrid Blockchain- The Best Of Both Worlds**. 2018. Disponível em: <<https://101blockchains.com/hybrid-blockchain/>>. Acesso em: 20 maio. 2019.

SMOLENSKI, Natalie. Academic Credentials in an Era of Digital Decentralization. [s. l.], p. 45, 2016. Disponível em: <https://www.academia.edu/29403234/Academic_Credentials_in_an_Era_of_Digital_Decentralization>. Acesso em: 5 jan. 2019.

SOARES, Wellington; MEIRELLES, Elisa. **MEC vai fiscalizar as universidades privadas**. 2012. Disponível em: <<https://novaescola.org.br/conteudo/2908/mec-vai-fiscalizar-as-universidades-privadas>>. Acesso em: 4 maio. 2019.

SOLIS, Brian. **The definition of Digital Transformation - Brian Solis**. 2017. Disponível em: <<https://www.briansolis.com/2017/01/definition-of-digital-transformation/>>. Acesso em: 3 abr. 2019.

SPANIOL, Bruna. **Como o 11/9 mudou a trajetória da proteção de dados - Aliança TI**. 2014. Disponível em: <<http://www.aliancatecnologia.com/conteudo/2015/09/como-o-11-9-mudou-a-protecao-de-dados/>>. Acesso em: 23 fev. 2019.

STALLIVIERI, Luciane. **O sistema de ensino superior no Brasil: características, tendências e perspectivas**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/sistema_ensino_superior.pdf>. Acesso em: 4 maio. 2019.

TACHIBANA, Thiago Yudi; FILHO, Naercio Menezes; KOMATSU, Bruno. **Ensino superior no Brasil**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.insper.edu.br/wp-content/uploads/2018/09/Ensino-superior-no-Brasil.pdf>>. Acesso em: 4 maio. 2019.

THAYER, Terri L. **4 Promising and Ambitious Blockchain Initiatives for Higher Education**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.gartner.com/document/3893582?ref=solrAll&refval=221640951&qid=e98e82e419a93edc78f4>>. Acesso em: 3 maio. 2019.

UFPB. **UFPB apresentará diploma digital inédito em Brasília**. 2019. Disponível em: <<https://www.ufpb.br/content/ufpb-apresentará-diploma-digital-inédito-em-brasília>>. Acesso em: 7 mar. 2019.

UFSC. **Diploma Digital UFSC**. 2019. Disponível em: <<https://diplomas.ufsc.br/ufsc-emite-primeiro-diploma-digital-do-brasil/>>. Acesso em: 10 maio. 2019.

UNDERWOOD, Sarah. Blockchain Beyond Bitcoin. **Commun. ACM**, New York, NY, USA, v. 59, n. 11, p. 15–17, 2016. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2994581>>

UNIVERSIA. **As diferenças nada sutis entre cursos autorizados e reconhecidos**. 2002. Disponível em: <<http://noticias.universia.com.br/destaque/noticia/2002/04/11/545578/s-diferenas-nada-sutis-cursos-autorizados-e-reconhecidos.html>>. Acesso em: 4 maio. 2019.

USP. **Modelo Diploma - Universidade de São Paulo**, 2018. a. Disponível em: <<http://biton.uspnet.usp.br/secretaria/wp-content/uploads/modelo-Diploma.pdf>>. Acesso em: 7 abr. 2019.

USP. **Secretaria Geral - Registro de Diplomas - Preços**. 2018b. Disponível em: <<http://www.usp.br/secretaria/?p=38>>. Acesso em: 7 abr. 2019.

VALID. **Conheça os tipos de certificados digitais ICP Brasil**. 2017. Disponível em: <<https://blog.validcertificadora.com.br/conheca-os-tipos-de-certificados-digitais-icp-brasil/>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

WESTERMAN, George; BONNET, Didier.; MCAFEE, Andrew. **Leading digital : turning technology into business transformation**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=1&sid=19239826-4ab4-46c3-bccc-0f470b007b3a%40sdc-v-sessmgr02&bdata=Jmxhbmc9cHQYnImc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3D%3D#AN=edsgcl.416400968&db=edsgao>>. Acesso em: 25 nov. 2018.

WILLIAMS, Kelly. **Hype Cycle for Education, 2018**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.gartner.com/document/3882872?ref=unauthreader&srcId=1-4730952011>>. Acesso em: 21 mar. 2019.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso - Planejamento e Métodos**. 5. ed. [s.l: s.n.]. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=EtOyBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=yin+\(2010\)+estudo+de+caso&ots=k9firE3uw&sig=GNf3vWBLEachB8xIaEt-hcPogLo#v=onepage&q=yin+\(2010\)+estudo+de+caso&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=EtOyBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=yin+(2010)+estudo+de+caso&ots=k9firE3uw&sig=GNf3vWBLEachB8xIaEt-hcPogLo#v=onepage&q=yin+(2010)+estudo+de+caso&f=false)>. Acesso em: 13 fev. 2019.

ZAINUDDIN, Aziz. **Public Vs Private Blockchain: What's the difference?** [s.d.]. Disponível em: <<https://masterthecrypto.com/public-vs-private-blockchain-whats-the-difference/>>. Acesso em: 13 maio. 2019a.

ZAINUDDIN, Aziz. **Guide to Consensus Algorithms: What is Consensus Mechanism?** [s.d.]. Disponível em: <<https://masterthecrypto.com/guide-to-consensus-algorithms-what-is-consensus-mechanism/>>. Acesso em: 13 maio. 2019b.

APÊNDICE

Questionário utilizado no Estudo de Caso

- 1) Empresas contratantes, agências de emprego e órgãos governamentais precisam se certificar que o diploma apresentado pelo candidato é autêntico. Para essa verificação, acessam a secretaria de registro da FGV. Quantas solicitações chegam em média por mês? Essas solicitações chegam diretamente à secretaria ou também são encaminhadas por outros colaboradores de áreas diferentes?
- 2) Como é o processo de verificação de veracidade da secretaria? Quanto tempo a secretaria demora em média para atender uma solicitação? A secretaria já constatou algum tipo de fraude nos diplomas verificados?
- 3) Quantos colaboradores da secretaria de registro estão diretamente envolvidos com esse processo? Quantas horas homem são gastas por mês com essas atividades?
- 4) Qual a quantidade de alunos ativos da graduação em administração de empresas e administração pública? Quantos diplomas de graduação são emitidos por semestre? Quantos alunos ativos há na graduação?
- 5) Qual a porcentagem de diplomas impressos em papel especial e comum?
- 6) Com o passar dos anos de formatura, muitos alunos solicitam 2ª via do diploma. Quantos alunos solicitam segunda via? Qual o processo de atendimento desse tipo de solicitação? É demorado? Aonde os livros de registros ficam armazenados? É seguro? Quais os custos para se emitir a segunda via de um diploma?
- 7) Segundo a Portaria do Ministério da Educação nº 330, de 05 de abril de 2018, as IES já podem emitir diplomas no formato digital, desde que a expedição atenda as diretrizes de certificação digital do padrão da Infraestrutura de Chaves Públicas Brasileira – ICP-Brasil. A FGV já está emitindo os certificados nesse formato? Há algum projeto de secretaria eletrônica para garantir a confiabilidade, rastreabilidade, disponibilidade e validade jurídica dos documentos emitidos? Como é o processo de emissão do certificado no formato digital? Com a emissão do certificado no formato digital, a FGV vai deixar de emitir o documento tradicional?
- 8) Qual o processo atual para emissão e registro de certificados? Quanto tempo demora? Quais as partes envolvidas? Qual o custo de um certificado no formato atual?
- 9) Segundo a Resolução nº 7 de 11 de dezembro de 2017, “As Instituições de Educação Superior (IES) credenciadas e as não credenciadas como IES que ofertem cursos de mestrado e doutorado regulares, independente da organização acadêmica, poderão emitir e registrar diplomas de cursos de mestrado ou doutorado por elas regularmente ofertados”. Há alguma pré-requisito ou condição para que a IES possa emitir seus certificados sem o registro na USP? Esse processo depende de alguma infraestrutura tecnológica? A FGV pretende emitir seus diplomas de mestrado e doutorado sem a anuência da USP?

10) No tocante a Portaria nº 1.095, de 25 de outubro de 2018 afirma que as Universidades pertencentes ao sistema federal de ensino poderão expedir e registrar seus próprios diplomas sem a necessidade da USP. No caso da FGV que possui várias escolas, portanto, várias IES, essa prerrogativa também é válida? Quais os pré-requisitos para uma IES expedir e registrar seus diplomas? Como funcionaria o processo de expedição e registro? Quais são os stakeholders envolvidos? No caso do diploma digital, como a FGV pretende integrar esse processo à secretaria digital?

11) Em sua opinião, quais são os principais problemas relacionados ao processo de emissão e registro de diplomas?