



FACULDADE BAIANA DE DIREITO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM DIREITO

JOÃO FELIPE CABRAL FAGUNDES PEREIRA

**TECNOLOGIAS BLOCKCHAIN E INTELIGÊNCIA
ARTIFICIAL NO SISTEMA TRIBUTÁRIO: UMA ANÁLISE
DOS POSSÍVEIS IMPACTOS E MELHORIAS**

Salvador

2021

JOÃO FELIPE CABRAL FAGUNDES PEREIRA

**TECNOLOGIAS BLOCKCHAIN E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO
SISTEMA TRIBUTÁRIO: UMA ANÁLISE DOS POSSÍVEIS IMPACTOS
E MELHORIAS**

Monografia apresentada ao curso de graduação em Direito da Faculdade Baiana de Direito e Gestão, como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel em Direito.

Salvador

2021

TERMO DE APROVAÇÃO

TECNOLOGIAS BLOCKCHAIN E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO SISTEMA TRIBUTÁRIO: UMA ANÁLISE DOS POSSÍVEIS IMPACTOS E MELHORIAS

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel em Direito, Faculdade Baiana de Direito, pela seguinte banca examinadora:

Nome: _____

Titulação e Instituição: _____

Nome: _____

Titulação e Instituição: _____

Nome: _____

Titulação e Instituição: _____

Salvador, ____/____/ 2021.

AGRADECIMENTOS

Ao meu pai, meu primeiro professor na vida e o homem que me ensinou a virtude do trabalho duro, do esforço e da busca incessante pelo conhecimento e excelência, através de uma vida de sacrifícios em prol da nossa família. Simplesmente não existem palavras que sejam capazes de descrever o orgulho que sinto de ser seu filho.

À minha mãe, meu primeiro amor, por todo o apoio incondicional, conselhos e por ser meu porto seguro, meu abrigo e a personificação de um anjo da guarda em minha vida. Todo o amor que há dentro de mim é dedicado a ti, mãe. Minha gratidão é eterna.

À minha família, por ser o meu arcabouço moral, fonte das minhas principais inspirações e por todo o amor que recebi durante a minha vida.

Aos meus amigos da época de escola, do trabalho e da vida, por toda a lealdade e constante suporte durante toda a minha jornada nos momentos de alegria e, principalmente, nos momentos mais difíceis. Em especial, gostaria de citar as grandes amizades que tive o imensurável prazer de fazer na Faculdade Baiana: Pedro, Igor, Rodrigo, Alan, Arthur, Clelton, Cecília, Julia e Kray. Considero injusto não poder citar todos, mas saibam que vocês, em especial, foram amigos de verdade e estiveram ao meu lado durante todas as alegrias e percalços da minha vida acadêmica. Que nossos laços continuem fortes e inquebrantáveis.

À minha equipe de Consultoria Tributária (TAX – ITX) da PwC Salvador, por acreditar no potencial de um garoto de então 18 anos e ter dado a este mesmo menino uma das mais incríveis oportunidades de crescimento profissional e pessoal de sua vida.

Aos meus professores de colégio e Baiana, por terem me ensinado sobre a dádiva que é a transmissão de conhecimento e me feito aprender muito sobre a profissão e o mundo. Vocês são dotados do maior dom humano: o dom de educar, que transforma as pessoas e, conseqüentemente, transforma o mundo ao nosso redor.

Por fim, e mais importante do que tudo, minha inesgotável gratidão a Deus, que é a razão essencial de todos os meus agradecimentos pois, durante minha existência neste mundo, Ele me deu muito mais do que pedi ou pudesse merecer.

“Combati o bom combate, acabei a carreira, guardei a fé. Desde agora, a coroa da justiça me está guardada, a qual o Senhor, justo juiz, me dará naquele Dia; e não somente a mim, mas também a todos os que amarem a sua vinda.”

2 Timóteo 4:7,8.

RESUMO

O presente trabalho tem como escopo analisar os possíveis impactos e melhorias que a aplicação das tecnologias *blockchain* e de inteligência artificial podem trazer ao sistema tributário, tanto para o fisco e administração pública tributária quanto ao contribuinte na execução de suas atividades fiscais e cumprimento de suas obrigações. Para tanto, é necessário entendimento de como se deu a formação do sistema tributário nacional vigente, cujo ordenamento jurídico-tributário teve suas balizas alteradas em diversos aspectos com a promulgação da CF/88, responsável por estabelecer o arcabouço normativo do direito tributário brasileiro além de determinar que a Administração Pública deve atuar pautada na celeridade e eficiência para que haja o bom funcionamento do sistema tributário. Após realização de uma análise, em linhas gerais, dos principais aspectos acerca do Sistema Tributário Nacional, da Administração Pública Tributária e das principais rotinas fiscais inerentes às atividades de gestão tributária realizadas pelas empresas contribuintes, verificou-se que o ordenamento jurídico-tributário brasileiro é dotado de diversas distorções e disfunções estruturais que tornam o sistema tributário nacional eivado de ineficiência, insegurança jurídica, incerteza e volatilidade normativa, trazendo diversas complicações para a relação tributária entre o Fisco e o contribuinte e o desempenho de suas atividades. Neste contexto, a ascensão da 4ª Revolução Industrial trouxe ao mundo diversas tecnologias disruptivas, dentre elas a tecnologia *blockchain* e a inteligência artificial, que prometem ter um amplo potencial de aplicabilidade nos mais diversos campos de conhecimento, visando atender e solucionar os problemas e anseios inerentes à sociedade moderna. Diante disso, após uma análise teórica e prática das principais características e conceitos da rede *blockchain* e das soluções em inteligência artificial, o presente trabalho possui o propósito de mostrar que ambas as tecnologias tem o potencial de dinamizar e tornar mais eficientes as atividades tributárias realizadas pelo Fisco e pelo contribuinte, além de reduzir a litigiosidade em matéria tributária, garantir maior transparência e clareza na relação Fisco-contribuinte e proporcionar o aumento da segurança jurídica do sistema tributário vigente mediante a inovação tecnológica.

Palavras-chave: *Blockchain*; inteligência artificial; *smart contracts*; sistema tributário nacional; administração pública tributária; fisco; contribuinte.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	09
2 ANÁLISE ESTRUTURAL ACERCA DO ORDENAMENTO JURÍDICO-TRIBUTÁRIO BRASILEIRO	13
2.1 O SISTEMA TRIBUTÁRIO BRASILEIRO	13
2.1.1 Breve histórico da formação do sistema tributário brasileiro	15
2.1.2 Princípios norteadores do direito tributário	20
2.1.2.1 Princípio da Segurança Jurídica	20
2.1.2.2 Princípio da Legalidade Tributária	21
2.1.2.3 Princípio da Isonomia Tributária	22
2.1.2.4 Princípio da Irretroatividade da Lei Tributária	23
2.1.2.5 Princípio da Anterioridade Genérica e Nonagesimal da Lei Tributária	23
2.1.2.6 Princípio da Capacidade Contributiva	25
2.1.2.7 Princípio da Seletividade	25
2.1.3 O tributo e suas espécies: imposto, taxa, contribuições sociais, contribuições de melhoria e empréstimo compulsório	26
2.1.3.1 Taxas	28
2.1.3.2 Contribuições de Melhoria	29
2.1.3.3 Empréstimo Compulsório	29
2.1.3.4 Contribuições	29
2.1.3.5 Impostos	30
3 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA TRIBUTÁRIA	32
3.1 A ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA TRIBUTÁRIA	32
3.1.1 Poderes e deveres da Administração Pública Tributária	33
3.1.2 Organização e estrutura da administração tributária brasileira	35
3.1.3 Reflexão acerca do uso de tecnologia na Administração Pública	37
3.1.4 A relevância do princípios da eficiência para a Administração Pública	39
3.2 GESTÃO TRIBUTÁRIA	42
3.2.1 Conceito e definição	43
3.2.2 Obrigações fiscais acessórias: Definição e exemplos	45
4 DOS PRINCIPAIS PROBLEMAS DO SISTEMA TRIBUTÁRIO BRASILEIRO	48
4.1 AS DISTORÇÕES E DISFUNÇÕES DO SISTEMA TRIBUTÁRIO	49

4.1.1 Distorções na Tributação sobre Bens e Serviços: Quantidade de Tributos, Guerra Fiscal e Alta Regressividade	49
4.1.1.1 Da Quantidade de Tributos sobre o Consumo de Bens e Serviços	50
4.1.1.2 O ICMS e as Guerras Fiscais	53
4.1.1.3 Da Alta Regressividade dos Tributos Indiretos	54
4.1.2 A Elevada Carga Tributária	56
4.2 PROBLEMAS ADVINDOS DAS DEFICIÊNCIAS ESTRUTURAIS DO SISTEMA TRIBUTÁRIO BRASILEIRO	57
4.2.1 Complexidade	58
4.2.2 Insegurança e Incerteza	60
4.2.3 Ineficiência do Fisco e do Contribuinte	61
5 DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN	64
5.1 CONCEITO E DEFINIÇÃO DE BLOCKCHAIN	65
5.2 BITCOIN E A ORIGEM DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN	67
5.3 CARACTERÍSTICAS, FUNCIONALIDADES E VANTAGENS DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN	69
5.3.1 Imutabilidade, incorruptibilidade e transparência	69
5.3.2 Consenso	71
5.3.3 Tecnologia descentralizada e peer-to-peer	71
5.3.4 Distributed Ledger Technology (DLT)	72
5.3.5 Segurança e criptografia	73
5.4 ESTRUTURA E FUNCIONAMENTO DA REDE BLOCKCHAIN	74
5.4.1 Pilares do blockchain: criptografia, funções hash e redes P2P	75
5.4.2 Permissão: blockchain privado x blockchain público	78
5.4.3 Questão dos generais bizantinos, mecanismos de consenso e mineração	79
5.5 SMART CONTRACTS	83
5.5.1 Origem dos Contratos Inteligentes	84
5.5.2 Ethereum e Solidity: Operacionalização dos Smart Contracts na Blockchain	86
5.5.3 Terminologias da tecnologia Smart Contract: Law is Code x Code is Code, Law is Law	88
5.5.4 Smart Contracts x Contratos Jurídicos	91
6 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: NOÇÕES GERAIS E INTRODUTÓRIAS	94

6.1	DEFINIÇÕES DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL	95
6.1.1	Conceito de IA para a vertente antropocêntrica	95
6.1.2	Conceito de IA para a vertente racionalista	97
6.2	BREVE HISTÓRIA DA EVOLUÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL	98
6.2.1	IA Clássica e Sistemas Especialistas	98
6.2.2	Computação Natural	99
6.3	MACHINE LEARNING, DEEP LEARNING E A AUTOMAÇÃO	101
6.3.1	Etapas do Aprendizado Automático e Automação por Machine Learning	102
6.3.2	Técnicas de Aprendizado Automático	105
6.3.2.1	Aprendizado Supervisionado	105
6.3.2.2	Aprendizado Não Supervisionado	106
6.3.3	Deep Learning e o uso das Redes Neurais	107
7	O BLOCKCHAIN E A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO INSTRUMENTO DE MELHORIA DAS ATIVIDADES TRIBUTÁRIAS E SEUS OBSTÁCULOS	109
7.1	USO DO BLOCKCHAIN E SMART CONTRACTS PARA MELHORIA DAS ATIVIDADES TRIBUTÁRIAS	109
7.1.1	Tecnologia Blockchain como registro público de recolhimentos de tributos e cumprimento de obrigações acessórias	110
7.1.2	Aplicabilidade dos smart contracts como mecanismo de melhoria das atividades tributárias do Fisco e Contribuinte	113
7.2	O IMPACTO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA MELHORIA DAS ATIVIDADES TRIBUTÁRIAS	116
7.2.1	Soluções de Inteligência Artificial em prática pelo Poder Judiciário e pela Administração Pública Tributária	118
7.2.2	Possíveis aplicações da IA para o melhor desempenho das atividades tributárias realizadas pelo contribuinte	120
7.3	OS DESAFIOS INERENTES À APLICAÇÃO DAS TECNOLOGIAS BLOCKCHAIN E IA	124
8	CONCLUSÃO	129
	REFERÊNCIAS	136

1 INTRODUÇÃO

Levando em consideração o contexto histórico do direito tributário brasileiro, assim como do sistema tributário nacional vigente, são incontáveis as tentativas de reformas que ocorreram durante os anos.

Todas essas investidas de reestruturação do sistema tributário giram em torno de problemas e obstáculos como a pesada carga de tributos - especialmente quanto aos tributos vinculados ao consumo, tais como o ICMS, IPI, ISS e PIS/Cofins - ou pelo sistema tributário ser considerado arcaico e burocrático, recheado de atividades tributárias ineficientes e repetitivas. Destarte, é válido notar que todos estes defeitos acarretam e giram em torno do maior problema existente na administração tributária e no sistema pelo qual a mesma se estrutura: a sua complexidade.

O Brasil é uma federação e, por conseguinte, possui tributos de competência federais, estadual (Estados/Unidades Federativas) e municipal, sob o qual, além das leis tributárias federais, cada uma das 27 Unidades Federativas, assim como os 5.564 municípios contam com sua legislação tributária específica, com alterações diárias que acabam por gerar uma instabilidade no cenário jurídico, além dos problemas de guerra fiscal, um verdadeiro empecilho para o desenvolvimento econômico e social do País.

Desse modo, é notável perceber que a complexidade do sistema tributário não reside apenas em seu extenso arcabouço legislativo, que é considerada uma das mais complexas e densos do mundo. A complexidade do sistema tributária também vem à luz no que tange à sua estrutura administrativa, com diversos órgãos e tribunais administrativos que proferem decisões divergentes entre si, causando insegurança jurídica e a despadronização da jurisprudência tributária, que termina por gerar confusão tanto para o Fisco quanto para o contribuinte, acarretando num excesso de litígio e afogamento do judiciário brasileiro.

Tamanha complexidade e vastidão de legislações, jurisprudências e obrigações tributárias acessórias resulta em uma sobrecarga no Fisco para monitorar e fiscalizar a atuação do contribuinte, que deve fornecer, por meio de atividades repetitivas, longas e burocráticas, uma volumetria de dados que não conseguem ser supervisionadas por ambas as partes, perpetuando a ineficiência do sistema tributário brasileiro e de suas atividades.

Contudo, a 4ª Revolução Industrial e a chegada do Século XXI trouxe o crescimento de tecnologias emergentes, tais como o *blockchain* e a Inteligência Artificial, tecnologias estas que tem o potencial de dinamizar, revolucionar e inovar por completo diversas áreas, dentre elas, as atividades tributárias.

A tecnologia *blockchain*, por meio de uma rede descentralizada de dados, garante que os dados sejam devidamente registrados com maior segurança, consenso e acessibilidade às partes interessadas, administrando como a informação é registrada na base de dados, devidamente verificada pela rede.

Uma de suas funcionalidades, os *smart contracts*, softwares capazes de armazenar e operar transações e obrigações codificadas na inviolável rede *blockchain* em tempo real, podem permitir que o Fisco obtenha informações de modo instantâneo e automático dos tributos, garantindo o repasse dos valores ao Fisco no mesmo momento em que a transação ocorrer.

A Inteligência Artificial, por sua vez, por meio das técnicas de *deep learning* e *machine learning*, tem o potencial disruptivo de identificar fraudes tributárias, automatizar processos de preenchimento de obrigações acessórias e livros fiscais e de pesquisar e sintetizar a jurisprudência e legislação tributária para os contribuintes e o Fisco.

Estas tecnologias podem garantir a segurança e fiscalização da informação, além de culminar na eficiência e maior rentabilidade do contribuinte, junto com a dinamicidade na fiscalização pelo Fisco. Contudo, ainda pairam incertezas no mundo jurídico em razão da falta de amadurecimento e tenra idade dessas tecnologias.

Isto posto, temos o seguinte problema de pesquisa: As tecnologias *blockchain* e IA serão instrumentos efetivos para a melhoria das atividades e do próprio sistema tributário? Como elas serão aplicadas e quais são seus maiores obstáculos?

A discussão se torna relevante diante do atual cenário, pois o cumprimento das obrigações tributárias com boa correta gestão tributária das empresas contribuintes, a realização das atividades exigidas pelo Fisco, assim como o monitoramento de processos e armazenamento de dados fiscais do contribuinte pelo Fisco são de significativa importância para o bom funcionamento do sistema tributário brasileiro.

Desta forma, o presente trabalho tem como escopo demonstrar e aprofundar as funcionalidades das tecnologias *blockchain* e de inteligência artificial e suas possíveis hipóteses de atuação e melhoria no sistema tributário brasileiro e atividades inerentes ao mesmo. Analisará, ainda, os obstáculos que podem surgir diante da

aplicação destas tecnologias, sob o prisma da atual conjuntura do sistema tributário brasileiro e da administração tributária.

A abordagem do presente projeto será qualitativa, avaliando o impacto que as tecnologias *blockchain* e de inteligência artificial terão no âmbito jurídico-tributário, tanto para a administração pública, quanto para o contribuinte. Ademais, a pesquisa é majoritariamente bibliográfica, fazendo uso da legislação pátria, assim como de livros, artigos, dissertações e teses no campo do direito e das ciências da computação.

Esta pesquisa adotou como metodologia o método hipotético-dedutivo, em que ocorre o destaque dos problemas nos conhecimentos prévios e, por conseguinte, a formulação das hipóteses, que serão testadas através da técnica de falseamento, com a constatação quanto ao resultado da pesquisa.

Ademais, esta pesquisa encontra-se subdividida em oito capítulos, sendo seis deles voltados ao desenvolvimento da temática.

Nos dois primeiros capítulos de desenvolvimento, são analisados, em linhas gerais, os principais aspectos do sistema tributário brasileiro e da administração pública tributária.

O primeiro capítulo versa sobre uma breve síntese do sistema tributário nacional, abarcando a sua definição, bases principiológicas, o entendimento do conceito de tributo e suas diferentes espécies dispostas na legislação.

Em seguida, o segundo capítulo de desenvolvimento aborda a estrutura e funcionamento do sistema tributário nacional e da administração pública tributária e reflexões acerca da importância do uso de tecnologias em sua atuação. Além disso, buscou-se entender as noções de gestão tributária do contribuinte e algumas das principais obrigações tributárias acessórias que fazem parte da rotina fiscal do contribuinte.

Já o terceiro capítulo de desenvolvimento alude aos principais problemas do sistema tributário brasileiro que terminam por afetar tanto a administração pública tributária quanto os contribuintes.

O quarto capítulo se destinou a explorar os principais aspectos, fundamentos, breve histórico, características, funcionalidades e vantagens da tecnologia *blockchain*, demonstrando a sua aplicabilidade, assim como um aprofundamento sobre uma de suas funcionalidades, que são os *smart contracts*.

Neste diapasão, o quinto capítulo se dirigiu ao estudo do campo científico da inteligência artificial, buscando entender suas definições, objetivos e evolução ao

longo dos anos, além de explorar os promissores campos do *machine learning* e a técnica de *deep learning*.

Por fim, o sexto e último capítulo de desenvolvimento busca demonstrar potenciais aplicações da IA e do *blockchain* como soluções para alguns dos problemas do sistema tributário e administração pública tributária, além de indicar os possíveis obstáculos e empecilhos quanto à aplicação destas tecnologias.

2 ANÁLISE ESTRUTURAL ACERCA DO ORDENAMENTO JURÍDICO-TRIBUTÁRIO BRASILEIRO

Em razão da extensão do ordenamento jurídico-tributário pátrio, além das peculiaridades referentes à administração pública tributária realizada pelo fisco e às atividades tributárias praticada pelos contribuintes, para que haja uma total compreensão dos problemas e obstáculos que permeiam o ordenamento jurídico-tributário brasileiro, é de suma importância uma elucidação anterior a respeito dos fundamentos basilares do sistema tributário pátrio.

2.1 O SISTEMA TRIBUTÁRIO BRASILEIRO

O vocábulo sistema, de origem grega, pode ser definido simplesmente como um conjunto de coisas interligadas. Em outras palavras, Roque Carrazza pontua que o sistema pode ser entendido como uma junção de várias partes que formam um todo, de tal forma que elas conseguem se sustentar mutuamente¹.

Partindo dessa premissa a respeito do que é um sistema, se torna possível definir o sistema tributário nacional, também chamado de sistema tributário brasileiro, como o conjunto de normas jurídicas constitucionais e infraconstitucionais que disciplinam a atividade de tributação², ou seja, é o consolidado de regras e princípios cujo conteúdo versa sobre a instituição, arrecadação ou fiscalização dos tributos, que possuem uma relação de pertinência entre si.

Doravante, por se tratar de um conjunto de normas, o sistema tributário nacional vigente possui como seu arcabouço estrutural diversas fontes normativas, tendo como destaque a Constituição Federal de 1988, as leis complementares e as leis ordinárias.

A Carta Política de 1988 é a pedra fundamental do ordenamento jurídico brasileiro e, por conseguinte, do ordenamento jurídico-tributário nacional. Isto se dá

¹ CARRAZZA, Roque. **Curso de Direito Constitucional Tributário**. 32ª Edição. São Paulo: Malheiros Editores, 2019, p.43.

² COSTA, Regina Helena. **Curso de Direito Tributário: Constituição e Código Tributário Nacional**. 8ª Edição. São Paulo: Saraiva Educação, 2018, p.23.

em razão do fato de que a Carta Magna, no seu Título VI, Capítulo I, mais especificamente em seus Artigos 145 a 162³, institui o sistema tributário nacional.

Apesar de não instituir ou criar diretamente os tributos que compõem o sistema normativo, a Constituição Federal de 1988 assume uma função basilar na construção do sistema tributário brasileiro, ao estabelecer quais são as espécies de tributos, determinar a competência tributária dos entes federativos (União, Estado, Municípios e Distrito Federal), limitar o poder de tributação dos entes através da consagração de princípios e normas gerais de direito tributário e regulamentar como se dará a repartição das receitas advindas da atividade tributante.

Já as leis complementares consistem em uma espécie legislativa, prevista no Artigo 59, II, CF/88, cuja competência é de disciplinar matérias indicadas pelo texto constitucional expressamente ou implicitamente, visando complementar o sentido da CF/88. Ademais, os Incisos I a III do Artigo 146 da Constituição Cidadã⁴, estabelecem nitidamente que, no tocante ao sistema tributário nacional, as leis complementares terão como principal função dispor sobre conflitos de matéria tributária entre os entes federativos, fixar normas gerais de legislação tributária e, por fim, regular as limitações do poder de tributação previstas na Constituição.

Por último e não menos importante, a lei ordinária pode ser considerada uma fonte primária do direito tributário brasileiro e do sistema tributário nacional, em razão do fato de que a lei ordinária é a espécie legislativa responsável por instituir e criar o tributo. Ou seja, caso não se dê a edição de lei ordinária, não haverá a tributação e arrecadação do tributo⁵, sendo esta espécie legislativa capaz de regular, efetivamente, a relação jurídica tributária, ao estabelecer as hipóteses de incidência tributária dos tributos.

Além das fontes normativas em supracitadas, o sistema tributário nacional tem sua estrutura robustecida por outras fontes, tais como as medidas provisórias, leis delegadas, decretos, dispositivos infralegais como instruções normativas e portarias,

³ BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 05 dez. 2020.

⁴ Art. 146. Cabe à lei complementar: I - dispor sobre conflitos de competência, em matéria tributária, entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios; II - regular as limitações constitucionais ao poder de tributar; III - estabelecer normas gerais em matéria de legislação tributária, especialmente sobre: (BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 05 dez. 2020).

⁵ Art. 150. Sem prejuízo de outras garantias asseguradas ao contribuinte, é vedado à União, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios: I - exigir ou aumentar tributo sem lei que o estabeleça; (BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 05 dez. 2020).

atos normativos administrativos, além da jurisprudência e, em escopo secundário, as orientações doutrinárias.

Assim, firmados os pressupostos a respeito do que é o sistema tributário nacional vigente e sua estrutura normativa, necessário se faz o estudo e análise histórico da formação do referido sistema, para que seja possível compreender os seus princípios norteadores, assim como acepção de tributo para o direito brasileiro e as diferentes espécies e classificações tributárias existentes.

2.1.1 Breve histórico da formação do sistema tributário brasileiro

O Estado, que pode ser definido pela ciência política como a ordem jurídica dotada de soberania e que tem como principal propósito o bem comum do povo que habita o seu território⁶, tem, desde sua fase embrionária, uma forte relação com a acepção de tributo.

Isso se dá diante do fato de que o Estado, ao realizar a distinção entre governantes e governados dentro de determinada sociedade, fez-se criar uma série de instituições e exigências para o funcionamento e sustento do aparato estatal, dentre elas, a administração pública e a necessidade de que parte da riqueza produzida pelo povo fosse transferida para um soberano ou agente público. Este processo de transferência de riquezas dos governados para o governante, consistente no exercício do poder coercitivo por parte do Estado, somente se tornou possível através da tributação.

Doravante, a origem da tributação sempre acompanhou de perto a evolução das sociedades, assim como a formação e desenvolvimento da noção de Estado ao longo da história, sendo possível remontar tal relação entre a tributação e o Estado até a Antiguidade, mais especificamente no ano de 2350 A.C, data do mais antigo texto encontrado a respeito da atividade de tributação, que descreve as reformas empreendidas pelo Rei Urukagina a respeito da atividade de recolhimento e cobrança de tributos na cidade-estado de Lagash, na antiga Suméria⁷.

⁶ DALLARI, Dalmo de Abreu. **Elementos da Teoria Geral do Estado**. 33ª Edição. São Paulo: Editora Saraiva, 2016, p.121.

⁷ KRAMER, Samuel Noah. Causeries: The First Case of Tax Reduction. **Challenge**, v.22, n.1, p.3-5, 1979. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/40719717?seq=1>. Acesso em: 05 dez. 2020.

Por conseguinte, a relação entre o tributo e Estado é presente no Brasil desde a chegada dos portugueses em 1500, cujo primeiro ônus fiscal exigido pela Coroa Portuguesa em território brasileiro consistia na cobrança de quinta parte sobre o valor total de rendimentos referentes à exploração da primeira atividade econômica no Brasil: a extração do pau-brasil⁸. Durante o lapso temporal de mais de três séculos que envolveu desde o Brasil-Colônia até o final da República Populista e o início da Ditadura Militar, houve intensa atividade tributária, com a cobrança e instituição de uma ampla gama de tributos⁹.

Contudo, mesmo com uma intensa atividade tributária, o direito tributário brasileiro, representação positivada do campo da ciência jurídica que trata sobre o universo de normas e princípios jurídicos que visam regular a instituição, arrecadação e fiscalização dos tributos pátrios através de uma análise dos efeitos tributários das relações entre o fisco e o contribuinte¹⁰, só passou a galgar para formar um sistema tributário nacional propriamente dito em meados do Século XX.

Durante o período da República Populista (1945-1964), a economia brasileira continuou seu crescimento propulsionado pelas bases industriais firmadas durante a Era Vargas. Desta forma, com a capilarização e aumento da complexidade das atividades econômicas realizadas em território nacional, houve uma consequente sofisticação da política tributária¹¹.

Todavia, em razão dessa sofisticação e densificação das normas tributárias vigentes, inexistia um arcabouço que pudesse harmonizar as diversas tendências, aspirações e necessidades dos entes com competência para tributar¹². Aliado a este fator, a Constituição dos Estados Unidos do Brasil de 1946, fortemente pautada no fortalecimento do republicanismo e federalismo, prezando pela maior autonomia dos entes federativos, apesar de abarcar alguns princípios tributários, os veiculava de

⁸ AMED, Fernando José; NEGREIROS; Plínio José Labriola de Campos. **História dos Tributos no Brasil**. 1ª Edição. São Paulo: Edições SINAESP, 2000, p.38.

⁹ *Ibidem*, p.24.

¹⁰ HARADA, Kiyoshi. **Direito Financeiro e Tributário**. 27ª Edição. São Paulo: Editora Atlas Ltda, 2018, p. 324.

¹¹ AMED, Fernando José; NEGREIROS; Plínio José Labriola de Campos. *Op cit.*, p.29.

¹² MARTINS, Ives Gandra da Silva. O Sistema Tributário Brasileiro: História, Perfil Constitucional e Proposta de Reforma. **Revista Análisis Tributária**, São Paulo, n.150, p.1-23, jun. 2000. Disponível em: http://www.gandramartins.adv.br/project/ives-gandra/public/uploads/2013/02/07/662f4dcartigo_145.pdf. Acesso em: 07 dez. 2020.

forma esparsa e inconsistente¹³. Ademais, a Carta Política de 1946 ainda previa 18 impostos no âmbito federal, estadual e municipal, sem contar com a possibilidade de criação de novos impostos pela União, conforme Artigo 21, *Caput*¹⁴, e as diversas taxas e contribuições de melhorias competentes aos Estados e Municípios.

Desta forma, a falta de um devido sistema tributário nacional gerou a multiplicação de problemas entre o fisco e o contribuinte, além da ocorrência de constantes abusos por parte do Fisco e de ilegalidades cometidas pelo contribuinte, sendo que, durante o ano de 1961, a receita do Governo Federal foi de Cr\$317.500.000.000,00 (trezentos e dezessete bilhões e quinhentos milhões de cruzeiros), enquanto que as despesas atingiram a marca de Cr\$420.000.000.000,00 (quatrocentos e vinte bilhões de cruzeiros)¹⁵, exprimindo a necessidade de uma extensa reforma do sistema tributário.

Já em 1964, quando o Brasil se encontrava sob a égide de um regime de exceção, em razão da Ditadura Militar, o governo brasileiro instituiu o Programa de Ação Econômica do Governo, que tinha como principais objetivos a redução da inflação e do déficit público e a realização de reformas estruturais, dentre elas, a reforma tributária¹⁶.

Neste sentido, com a Emenda Constitucional N° 18 de 1º de dezembro de 1965, responsável por dar o pontapé inicial no processo de reforma tributária no Brasil, o direito tributário brasileiro começa a atribuir uma identidade e consistência estrutural

¹³ FERREIRA, Marco Antonio Pereira. Evolução Histórica do Sistema Tributário Nacional. **Âmbito Jurídico**, 01 de Agosto de 2017. Disponível em: <https://ambitojuridico.com.br/cadernos/direito-tributario/evolucao-historica-do-sistema-tributario-nacional/>. Acesso em: 06 dez. 2020.

¹⁴ Art. 21 - A União e os Estados poderão decretar outros tributos além dos que lhe são atribuídos por esta Constituição, mas o imposto federal excluirá o estadual idêntico. Os Estados farão a arrecadação de tais impostos e, à medida que ela se efetuar, entregarão vinte por cento do produto à União e quarenta por cento aos Municípios onde se tiver realizado a cobrança. (BRASIL. **Constituição dos Estados Unidos do Brasil**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao46.htm. Acesso em: 05 dez. 2020).

¹⁵ AMED, Fernando José; NEGREIROS; Plínio José Labriola de Campos. **História dos Tributos no Brasil**. 1ª Edição. São Paulo: Edições SINAESP, 2000, p.270.

¹⁶ CARVALHO, Douglas Torres de. **Determinantes e Resultados do Programa de Ação Econômica do Governo (PAEG)**. Orientador: Prof. Wilson Vieira. 2018. 40 f. TCC (Graduação) – Curso de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/4892/1/DOUGLAS%20TORRES%20DE%20CARVALHO%20-%20DETERMINANTES%20E%20RESULTADOS%20DO%20PROGRAMA%20DE%20A%20C%87%20C%83O%20ECON%20MICA%20DO%20GOVERNO%20%28PAEG%29.pdf>. Acesso em: 07 dez. 2020.

a um sistema tributário nacional no âmbito constitucional¹⁷. Esta reforma culmina na instituição de 15 (quinze) impostos, tendo como destaque um imposto de renda de caráter progressivo¹⁸ e um imposto pautado na ideia de seletividade, incidente sobre o consumo de produtos industrializados (IPI)¹⁹ no âmbito da União, além de um imposto estadual de consumo, cuja hipótese de incidência se perfazia no momento de circulação da mercadoria (ICM)²⁰.

Menos de um ano depois, foi sancionada a Lei Federal Nº 5.172/1966, hoje conhecida como Código Tributário Nacional, que tem como principal função a regulação do sistema tributário nacional e a instituição de normas gerais do direito tributário, tendo seu status promovido ao de lei complementar a partir da vigência da Constituição de 1967. Desta forma, com a edição do CTN, assim como da Constituição de 1967, houve a implementação concreta de um sistema tributário nacional estruturado, servindo a EC nº 18/65 como a sua semente.

Porém, apesar de que as bases do sistema tributário brasileiro tivessem sido implementadas em 1965, em 1988, com a promulgação da Constituição da República Federativa do Brasil, realizou-se uma nova reforma tributária só que, desta vez, sob um cenário completamente diferente.

O regime ditatorial no qual o Brasil se encontrou por mais de duas décadas (1964-1985) influenciou fortemente a o processo de elaboração da Constituição Cidadã, que foi promulgada democraticamente mediante uma Assembleia Nacional Constituinte, preterindo a ideia de um regime autoritário e focando em um Estado

¹⁷ FERREIRA, Marco Antonio Pereira. Evolução Histórica do Sistema Tributário Nacional. **Âmbito Jurídico**, 01 de Agosto de 2017. Disponível em: <https://ambitojuridico.com.br/cadernos/direito-tributario/evolucao-historica-do-sistema-tributario-nacional/>. Acesso em: 06 dez. 2020.

¹⁸ Art. 8º Competem à União: II - o impôsto sôbre a renda e proventos de qualquer natureza. (BRASIL. **Emenda Constitucional Nº 18, de 1º de Dezembro de 1965**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/emendas/emc_anterior1988/emc18-65.htm. Acesso em: 07 dez. 2020).

¹⁹ Art. 11. Compete à União o impôsto sôbre produtos industrializados. Parágrafo único. O impôsto é seletivo em função da essencialidade dos produtos, e não-cumulativo, abatendo-se, em cada operação, o montante cobrado nos anteriores. (BRASIL. **Emenda Constitucional Nº 18, de 1º de Dezembro de 1965**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/emendas/emc_anterior1988/emc18-65.htm. Acesso em: 07 dez. 2020).

²⁰ Art. 12. Compete aos Estados o impôsto sôbre operações relativas à circulação de mercadorias, realizadas por comerciantes, industriais e produtores. (BRASIL. **Emenda Constitucional Nº 18, de 1º de Dezembro de 1965**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/emendas/emc_anterior1988/emc18-65.htm. Acesso em: 07 dez. 2020).

Democrático de Direito dirigido a garantir o exercício de diversos direitos sociais e individuais²¹.

Destarte, o preterimento de um regime tributário centralizador e mais controlado pela União cedeu diante da ideia de aumento e otimização da participação dos Estados e Municípios no que diz respeito à arrecadação tributária, em detrimento da arrecadação federal. Um reflexo desta orientação é o fato de que o ICMS (imposto sobre circulação de mercadorias e serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação), imposto de competência estadual, é o tributo de maior arrecadação no Brasil²².

Este novo cenário acarretou no aumento nos encargos do Governo Federal, principalmente na área social, vinculando determinadas receitas, além da da repartição das receitas federais com os outros entes da federação.

Com o aumento dos encargos do Governo Federal, a própria CF/88 estabeleceu a previsão legal de novas contribuições sociais de competência da União, acarretando nos anos seguintes na instituição da Cofins (Lei Complementar n° 70 de 1991), sua unificação com o PIS/PASEP (Lei Federal n° 9.718 de 1998) e a criação do PIS/Cofins não-cumulativo, pelas leis federais n° 10.637/02 e n° 10.833/03, respectivamente. Como consequência, o PIS e a Cofins, contribuições sociais incidentes sobre o total de receitas auferidas pela pessoa jurídica²³ que visam financiar, respectivamente, o seguro-desemprego dos trabalhadores e a seguridade social, compuseram 13% da carga tributária e 4% do PIB no ano de 2017, totalizando um valor de R\$277.000.000.000,00 (duzentos e setenta e sete bilhões de reais)²⁴.

Por fim, é possível alegar que o sistema tributário brasileiro vigente começou a se formar a partir do novo cenário imposto pela Carta Magna de 1988, ou seja, quando diversas contribuições sociais passaram a incidir sobre as diversas hipóteses de

²¹ JUNIOR, Dirley da Cunha. **Curso de Direito Constitucional**. 10ª Edição. Salvador: Editora JusPodivm, 2016, p.452.

²² NETO, João Sorima. Uma montanha ainda maior de impostos. **Senado Federal**, 21 de Setembro de 2015. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/515657/noticia.html>. Acesso em: 08 dez. 2020.

²³ Art. 1º A Contribuição para o PIS/Pasep, com a incidência não cumulativa, incide sobre o total das receitas auferidas no mês pela pessoa jurídica, independentemente de sua denominação ou classificação contábil. (BRASIL. Lei Federal N° 10.637, de 30 de Dezembro de 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/2002/L10637.htm. Acesso em: 08 dez. 2020).

²⁴ PÉGAS, Paulo Henrique. **PIS e Cofins**. 5ª Edição. São Paulo: Atlas, 2018, p.9.

incidência dos impostos já existentes²⁵, gerando tanto o aumento da arrecadação federal e a promoção do ajuste fiscal, assim como também gerou um impacto significativo na complexidade do sistema tributário nacional e na política fiscal do país.

2.1.2 Princípios norteadores do direito tributário

Todo sistema, como um conjunto de elementos que formam um todo coeso e mutuamente compreensível entre si, deve possuir um norte, ou seja, um princípio que serve de alicerce para a construção e funcionamento do sistema. Para o ordenamento jurídico, mais especificamente no âmbito tributário, não é diferente, já que os princípios são dotados de ampla relevância normativa.

Neste sentido, Humberto Ávila acredita que os princípios não consistem apenas em valores simbólicos, mas sim normas jurídicas que instituem o dever de seguir os comportamentos necessários para que seu fim seja alcançado²⁶.

Para o sistema tributário nacional, os seus princípios norteadores, normas jurídicas responsáveis por basilar e guiar o ordenamento jurídico tributário, atuam como limitações constitucionais ao poder de tributar, ou seja, regulando a prática e exercício da competência tributária, sendo de suma importância o entendimento de tais princípios.

2.1.2.1 Princípio da Segurança Jurídica

A segurança jurídica é um valor de maior importância no sistema normativo, sendo um direito fundamental e, ao mesmo, uma garantia constitucional do exercício de outros direitos fundamentais. Em outras palavras, a segurança jurídica é um sobreprincípio do Direito, do qual se extraem outros direitos e princípios.

A ideia de segurança jurídica está assentada na existência de uma ordem jurídica que tem com função garantir que a sociedade conheça as “regras do jogo” e

²⁵ DOS SANTOS, Lucas Siqueira. **Reforma Tributária no Brasil: Histórico, Necessidades e Propostas**. Orientadora: Prof(a) Dra. Tathiane dos Santos Piscitelli. 2015. 233 f. Dissertação de Mestrado, Pós-Graduação *strictu sensu* de Direito Tributário, Escola de Direito de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2015. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/13965/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Reforma%20Tribut%C3%A1ria%20-%20Lucas%20Siqueira%20dos%20Santos%20-%20VF%20-%202007.0....pdf?sequence=3&isAllowed=y>. Acesso em: 07 dez. 2020.

²⁶ ÁVILA, Humberto. **Teoria dos Princípios: da definição à aplicação dos princípios jurídicos**. 16ª Edição. São Paulo: Malheiros, 2015, p. 160-161.

que todos os cidadãos tenham o conhecimento do que podem fazer dentro da sociedade. Doravante, o Princípio da Segurança Jurídica impõe aos entes federados a observação da ordem jurídica para evitar que haja a insegurança jurídica na sociedade. Com isso, há a prevenção da existência de surpresas, que saiam do padrão da normalidade, pois é o Direito que irá estabelecer, através das regras jurídicas o que é normalidade e segurança jurídica.

Na seara da tributação, a segurança jurídica expressa-se por meio do princípio da legalidade tributária e do princípio da isonomia e pelo caráter vinculado da atividade administrativa de cobrança do tributo.

2.1.2.2 Princípio da Legalidade Tributária

A Constituição Federal de 1988, não satisfeita com a ideia geral de legalidade, disposta em seu Artigo 5º, Inciso II²⁷, que determina que ninguém será forçado ou proibido de fazer algo exceto em virtude de lei, também instituiu, em seu Artigo 150, Inciso I²⁸, a adequação do princípio da legalidade ao sistema tributário nacional.

De acordo com o princípio da legalidade tributária, todos os tributos devem ser previstos e criados em lei. Logo, o Administrador Público como legislador e em conformidade com o Artigo 5º, II, CF/88, deve obedecer aos ditames da lei, portanto, quanto à competência para criar, instituir e cobrar impostos, bem como a diminuir ou majorar as suas alíquotas.

Portanto, visando atender aos anseios constitucionais advindos do princípio da legalidade tributária, deve o legislador, ao editar o ato normativo, cumprir os aspectos formais e materiais do princípio²⁹. A legalidade tributária formal consiste na instituição e possível majoração do tributo. Já a legalidade tributária em sua função material se baseia no dever que o administrador público, na posição de legislador, tem de

²⁷ Art. 5º Todos são iguais perante a lei, sem distinção de qualquer natureza, garantindo-se aos brasileiros e aos estrangeiros residentes no País a inviolabilidade do direito à vida, à liberdade, à igualdade, à segurança e à propriedade, nos termos seguintes: II - ninguém será obrigado a fazer ou deixar de fazer alguma coisa senão em virtude de lei; (BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 05 dez. 2020).

²⁸ Art. 150. Sem prejuízo de outras garantias asseguradas ao contribuinte, é vedado à União, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios: I - exigir ou aumentar tributo sem lei que o estabeleça; (BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 05 dez. 2020).

²⁹ BALEEIRO, Aliomar. **Limitações constitucionais ao poder de tributar**. 7ª Edição. Rio de Janeiro: Forense, 2005, p.118.

preencher o conteúdo da lei instituidora do tributo com as suas hipóteses de incidência tributária, ou seja, a descrição legislativa hipotética de um fato – em seus aspectos material, temporal, quantitativo, pessoal e espacial - cuja ocorrência gera o nascimento de uma obrigação tributária³⁰.

2.1.2.3 Princípio da Isonomia Tributária

Assim como o princípio da legalidade tributária, o princípio da isonomia tributária é extraído diretamente do Artigo 5º da CF/88, só que em seu *caput*, que determina que todos serão iguais diante da lei³¹. A abordagem constitucional do instituto da isonomia não abarca apenas a ideia de igualdade formal, consistente na igualdade perante a lei³², mas também visa alcançar a igualdade material, ao tratar as desigualdades de forma desigual para que a igualdade se efetiva³³.

O Artigo 150, II, da Carta Política dispõe sobre o princípio da isonomia no sistema tributário nacional, vedando aos entes federativos o tratamento desigual entre contribuições que se encontram nas mesmas condições³⁴.

Portanto, o princípio da isonomia tributária atua como um elemento de alcança da justiça fiscal, buscando, por conseguinte, a justiça social, permitindo que os entes federativos competentes realizem o estabelecimento de discriminações, viabilizando o seu atendimento. Ou seja, no âmbito tributário, tanto o legislador quanto o aplicador da lei tem o dever de se atentar às diferenças entre os sujeitos atuantes no polo

³⁰ ATALIBA, Geraldo. **Hipóteses de Incidência Tributária**. 6ª Edição. São Paulo: Malheiros Editores, 2013, p.76.

³¹ Art. 5º Todos são iguais perante a lei, sem distinção de qualquer natureza, garantindo-se aos brasileiros e aos estrangeiros residentes no País a inviolabilidade do direito à vida, à liberdade, à igualdade, à segurança e à propriedade, nos termos seguintes: (BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 05 dez. 2020).

³² PIOVESAN, Flavia. **Ações Afirmativas sobre a Perspectiva dos Direitos Humanos**. In: SANTOS, Sales Augusto dos (org.). **Ações Afirmativas e Combate ao Racismo nas Américas**. Edição Eletrônica. Brasília: Ministério da Educação, 2007, p.35-46. Disponível em: http://etnicoracial.mec.gov.br/images/pdf/publicacoes/acoes_afirm_combate_racismo_americas.pdf. Acesso em: 07 dez. 2020.

³³ *Ibidem*.

³⁴ Art. 150. Sem prejuízo de outras garantias asseguradas ao contribuinte, é vedado à União, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios: II - instituir tratamento desigual entre contribuintes que se encontrem em situação equivalente, proibida qualquer distinção em razão de ocupação profissional ou função por eles exercida, independentemente da denominação jurídica dos rendimentos, títulos ou direitos; (BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 05 dez. 2020).

passivo da relação jurídica tributária, devendo promover as discriminações pertinentes na modulação das exigências fiscais³⁵.

2.1.2.4 Princípio da Irretroatividade da Lei Tributária

Em seu Artigo 150, III, alínea “a”, a Carta Magna de 1988 consagra de forma expressa o princípio da irretroatividade da lei tributária³⁶, cuja premissa é de vedar a exigência de tributos pelos entes federativos no tocante aos fatos geradores que se concretizaram no mundo fático anteriormente à vigência da lei que os instituiu³⁷, exceto nos casos que venham ser benéficos ao contribuinte, dispostos no Artigo 106³⁸ do Código Tributário Nacional vigente.

2.1.2.5 Princípio da Anterioridade Genérica e Nonagesimal da Lei Tributária

O Princípio da Anterioridade genérica consiste em uma garantia constitucional do contribuinte, conforme previsão expressa no Artigo 150, III, alínea “b”, da Carta Magna de 1988, partindo da premissa de que é aos entes federativos a exigência de seus tributos “no mesmo exercício financeiro em que haja sido publicada a lei que os instituiu ou aumentou”³⁹.

³⁵ COSTA, Regina Helena. **Curso de Direito Tributário: Constituição e Código Tributário Nacional**. 8ª Edição. São Paulo: Saraiva Educação, 2018, p. 37.

³⁶ Art. 150. Sem prejuízo de outras garantias asseguradas ao contribuinte, é vedado à União, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios: III - cobrar tributos: a) em relação a fatos geradores ocorridos antes do início da vigência da lei que os houver instituído ou aumentado; (BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 05 dez. 2020).

³⁷ JORGE, Alexandre Teixeira. Os Princípios da Irretroatividade e da Anterioridade da Lei Tributária e a Súmula 584 do STF. **Revista de Finanças Públicas Tributação e Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, v.7, n.8, p.1-20, jan./jun. 2019. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/rfptd/article/view/37067/27837>. Acesso em: 08 dez. 2020.

³⁸ Art. 106. A lei aplica-se a ato ou fato pretérito: I - em qualquer caso, quando seja expressamente interpretativa, excluída a aplicação de penalidade à infração dos dispositivos interpretados; II - tratando-se de ato não definitivamente julgado: a) quando deixe de defini-lo como infração; b) quando deixe de tratá-lo como contrário a qualquer exigência de ação ou omissão, desde que não tenha sido fraudulento e não tenha implicado em falta de pagamento de tributo; c) quando lhe comine penalidade menos severa que a prevista na lei vigente ao tempo da sua prática. (BRASIL. **Lei N° 5.172, de 25 de Outubro de 1966**. Código Tributário Nacional. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l5172compilado.htm. Acesso em: 08 dez. 2020).

³⁹ Art. 150. Sem prejuízo de outras garantias asseguradas ao contribuinte, é vedado à União, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios: III - cobrar tributos: b) no mesmo exercício financeiro em que haja sido publicada a lei que os instituiu ou aumentou; (BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 05 dez. 2020).

A ideia de anterioridade da lei tributária advém diretamente do princípio da segurança jurídica, como uma forma de garantir a sua implementação no sistema tributário nacional, diante do fato de que a ideia de segurança jurídica abarca as noções de assecuração do direito e de previsibilidade da atuação estatal no exercício de sua competência tributária⁴⁰. Em razão disso, a anterioridade tributária genérica compõe o texto constitucional desde a sua promulgação em 1988.

Contudo, ao decorrer dos anos, o princípio da anterioridade genérica da lei tributária passou a comportar exceções, a partir da Emenda Constitucional N° 42/2003, que definiu, pela adição do §1º ao Artigo 150 da CF/88⁴¹, que o princípio da anterioridade genérica não se aplicaria ao IPI, IOF, II e IE, em razão do caráter emergencial destes tributos em relação à sua adequação para com a economia nacional⁴².

Ademais, além do aumento da complexidade a respeito do princípio em análise, para Paulo de Barros Carvalho, apenas a existência da anterioridade genérica não foi o suficiente para evitar que o contribuinte fosse surpreendido com uma exigência tributária inesperada⁴³. Neste diapasão, a EC N° 42/2003 também acrescentou ao Artigo 150 da Constituição, em seu inciso III, a alínea “c”, instaurando no sistema tributário nacional o princípio da anterioridade nonagesimal.

O princípio da anterioridade nonagesimal, também conhecido como princípio da noventena, veda a cobrança de tributos pelos entes federativos antes de perpassados o lapso temporal de noventa dias da data de publicação da lei que os instituiu ou aumentou⁴⁴.

⁴⁰ VALLE, Maurício Dalri Timm do. O Princípio da Anterioridade Tributária. **Revista Jurídica – UNICURITIBA**, Curitiba, v.2, n.29, p.406-417, 2012. Disponível em: <http://revista.unicuritiba.edu.br/index.php/RevJur/article/view/530/414>. Acesso em: 05 dez. 2020.

⁴¹ Art. 150. Sem prejuízo de outras garantias asseguradas ao contribuinte, é vedado à União, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios: § 1º A vedação do inciso III, *b*, não se aplica aos tributos previstos nos arts. 148, I, 153, I, II, IV e V; e 154, II; e a vedação do inciso III, *c*, não se aplica aos tributos previstos nos arts. 148, I, 153, I, II, III e V; e 154, II, nem à fixação da base de cálculo dos impostos previstos nos arts. 155, III, e 156, I. (BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 05 dez. 2020).

⁴² ARAUJO, Daniel Fernandes de; PIMENTA, Larissa Carvalho. **Análise do Princípio da Anterioridade Tributária: limite para revogação de benefício fiscal anteriormente concedido**. Coordenador: Prof. Msc. Edival Braga. 2017. 15 f. Graduação – Instituto de Ciências Jurídicas, Curso de Direito, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2017. Disponível em: http://ufr.br/direito/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=562:direito-tributario&id=107:direito-tributario&Itemid=314. Acesso em: 30 nov. 2020.

⁴³ CARVALHO, Paulo Barros de. **Curso de Direito Tributário**. 24ª Edição. São Paulo: Editora Saraiva, 2013, p.168.

⁴⁴ Art. 150. Sem prejuízo de outras garantias asseguradas ao contribuinte, é vedado à União, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios: III - cobrar tributos: c) antes de decorridos noventa dias

Desta forma, a anterioridade da lei tributária no sistema tributário brasileiro, visando garantir a segurança jurídica do contribuinte, acabou por gerar também um nível de complexidade maior ao tema. À título exemplificativo, um caso de aplicação exclusivo da noventena, ignorando a aplicação da anterioridade genérica, é na situação das contribuições sociais, conforme Artigo 196, §6º, da CF/88.

2.1.2.6 Princípio da Capacidade Contributiva

A ideia de capacidade contributiva é extraída da noção de igualdade material do princípio da isonomia tributária. Regina Helena Costa entende que capacidade contributiva é a aptidão do sujeito passivo tributário de suportar a carga tributária sem que houvesse o esgotamento da riqueza e valor que lastreiam a relação tributária⁴⁵. Doravante, o Princípio da Capacidade Contributiva é estabelecido como critério de graduação do imposto e do limite à tributação, impondo ao criador da lei determinar o que é tributável a dado contribuinte ou não, visando alcançar a uma justiça fiscal.

Ou seja, sempre que for possível os impostos serão graduados mediante a progressividade da carga tributária conforme a capacidade contributiva dos contribuintes, seguindo o estabelecido de acordo com o Artigo 145, §1º da CF/88⁴⁶.

2.1.2.7 Princípio da Seletividade

Assim como o princípio da capacidade contributiva, o princípio da seletividade também advém de uma extração lógico-jurídica da noção constitucional de isonomia tributária material. Indo mais além, pode-se dizer que a seletividade consiste em um modo de adequação do princípio da capacidade contributiva⁴⁷.

da data em que haja sido publicada a lei que os instituiu ou aumentou, observado o disposto na alínea b. (BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 05 dez. 2020).

⁴⁵ COSTA, Regina Helena. **Curso de Direito Tributário: Constituição e Código Tributário Nacional**. 8ª Edição. São Paulo: Saraiva Educação, 2018, p. 50.

⁴⁶ Art. 145. A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios poderão instituir os seguintes tributos: § 1º Sempre que possível, os impostos terão caráter pessoal e serão graduados segundo a capacidade econômica do contribuinte, facultado à administração tributária, especialmente para conferir efetividade a esses objetivos, identificar, respeitados os direitos individuais e nos termos da lei, o patrimônio, os rendimentos e as atividades econômicas do contribuinte. (BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 05 dez. 2020).

⁴⁷ VIEIRA, Gabriel Antônio de Moraes. Princípio da Seletividade pelas Balizas da Tributação Ambiental: IPI e ICMS. **Cadernos do Programa de Pós-Graduação em Direito – PPGDir./UFRGS**, Porto Alegre,

A seletividade é um princípio que indica que maior será o tributo quanto menor for a sua essencialidade, ou seja, os produtos considerados supérfluos ou não essenciais serão taxados com alíquotas mais elevadas, enquanto que os produtos considerados relevantes e essenciais para o consumo da população – especialmente a parcela da população com menor capacidade econômica – serão taxados com alíquotas reduzidas e até mesmo isentas ou zeradas.

Trata-se de um princípio que é observado com frequência na tributação sobre o consumo, tendo como exemplo o ICMS e IPI, que aplicam a seletividade em função das mercadorias (IPI e ICMS) e serviços (ICMS), levando em consideração as necessidades vitais básicas do contribuinte⁴⁸.

2.1.3 O Tributo: Conceito, Classificações e Espécies (imposto, taxa, e contribuições sociais, contribuições de melhoria e empréstimo compulsório)

Com a compreensão em linhas gerais do breve histórico da formação do sistema tributário, sua estrutura normativa e seus princípios basilares, é possível afirmar que o sistema tributário nacional tem como principal objeto regulamentar as relações jurídico-tributárias, esta última que reside no comportamento de arrecadação e fiscalização do dinheiro aos cofres públicos, que se dá por meio da obrigação conhecida como tributo.

O tributo é uma obrigação de dar pecuniária de caráter não-sancionatório e lícito entregue para o Estado advinda da fixação da lei, que restringe a propriedade individual de cada um, cujo conceito legal encontra-se fixado no Artigo 3º⁴⁹, *Caput*, do Código Tributário Nacional. Em outras palavras, o tributo consiste em todo o pagamento obrigatório ao Fisco, constituído e exigido por meio da instituição de lei, efetuado em dinheiro ou por meio de valor equivalente à moeda nacional ou nela conversível.

v. 8, n. 1, ago. 2013. ISSN 2317-8558. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/ppgdir/article/view/40404>. Acesso em: 09 dez. 2020.

⁴⁸ PAULSEN, Leandro; MELO, José Eduardo Soares de. **Impostos Federais, Estaduais e Municipais**. 11ª Edição. São Paulo: Editora Saraiva, 2018, p.325.

⁴⁹ Art. 3º Tributo é toda prestação pecuniária compulsória, em moeda ou cujo valor nela se possa exprimir, que não constitua sanção de ato ilícito, instituída em lei e cobrada mediante atividade administrativa plenamente vinculada. (BRASIL. **Lei N° 5.172, de 25 de Outubro de 1966**. Código Tributário Nacional. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l5172compilado.htm. Acesso em: 08 dez. 2020).

Ademais, é importante frisar que o tributo difere de uma multa fiscal. A obrigação principal da relação tributária, que nada mais é do que o pagamento do tributo, consiste em um dever do cidadão de natureza lícita, enquanto que uma multa fiscal é uma sanção administrativa advinda de alguma infração referente ao cumprimento da obrigação tributária, ou seja, constitui sanção pecuniária decorrente de ato ilícito⁵⁰.

Conforme relatório de 2020 do Portal Tributário⁵¹, o sistema tributário nacional abarca 92 tributos diferentes. Desta forma, tornou-se necessário que houvesse a classificação desses tributos, visando uma melhor estruturação das espécies tributárias previstas na CF/88 e no Código Tributário Nacional.

Para Geraldo Ataliba, os tributos se subdividem em duas grandes classes, os tributos vinculados e os não vinculados, cujo critério jurídico utilizado para esta distinção é o aspecto material dos tributos, ou seja, a descrição substancial do fato ou estado que serve de suporte à hipótese de incidência tributária⁵².

Os tributos vinculados são aqueles em que sua hipótese de incidência decorre de uma atividade estatal, tendo como espécies de tributos não vinculados as taxas e as contribuições⁵³. Por outro lado, os tributos não vinculados são aqueles cuja hipótese de incidência advém de qualquer outra atividade, fato ou estado que não seja uma atividade estatal⁵⁴, sendo esta classificação integrada pela espécie tributária dos impostos.

Por conseguinte, é válido discorrer a respeito das taxas, contribuições de melhoria e impostos, que são as espécies de tributos existentes no ordenamento tributário nacional de competência de todos os entes federativos, conforme previsão legal no Artigo 145 da Constituição Federal de 1988⁵⁵, além das outras contribuições e os empréstimos compulsórios.

⁵⁰ HARADA, Kiyoshi. **Direito Financeiro e Tributário**. 27ª Edição. São Paulo: Editora Atlas Ltda, 2018, p. 67.

⁵¹ PORTAL TRIBUTÁRIO. **Os Tributos no Brasil**, 03 de Janeiro de 2020. Disponível em: <http://www.portaltributario.com.br/tributos.htm>. Acesso em: 09 dez. 2020.

⁵² ATALIBA, Geraldo. **Hipóteses de Incidência Tributária**. 6ª Edição. São Paulo: Malheiros Editores, 2013, p.123.

⁵³ ATALIBA, Geraldo. **Hipóteses de Incidência Tributária**. 6ª Edição. São Paulo: Malheiros Editores, 2013, p. 131.

⁵⁴ *Ibidem*, p. 132.

⁵⁵ Art. 145. A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios poderão instituir os seguintes tributos: I - impostos; II - taxas, em razão do exercício do poder de polícia ou pela utilização, efetiva ou potencial, de serviços públicos específicos e divisíveis, prestados ao contribuinte ou postos a sua disposição; III - contribuição de melhoria, decorrente de obras públicas. (BRASIL. **Constituição da**

2.1.3.1 Taxas

A taxa é uma espécie de tributo vinculado, ou seja, uma obrigação de dar pecuniária de caráter não-sancionatório e lícito entregue para o Estado advinda da fixação da lei, decorrentes do exercício de serviços públicos específicos e divisíveis ou do exercício do poder de polícia, conforme Artigo 77 do CTN⁵⁶.

Os serviços públicos específicos e divisíveis, também conhecidos como *uti singuli*, são aqueles que consistem em atividade estatal utilizada e possível de ser fruída individualmente por cada um de seus usuários (determinados ou determináveis), sendo específicos, possibilitando a mensuração dessa fruição individual⁵⁷. Em síntese, as taxas decorrentes de serviços públicos *uti singuli* visam remunerar o custo do serviço público específico e divisível prestado ou colocado à disposição do sujeito passivo.

Por outro lado, as taxas decorrentes do Poder de Polícia têm como objetivo remunerar o custo da atividade estatal no exercício deste poder. O Poder de Polícia possui seu conceito bem definido no Artigo 78 do CTN⁵⁸ sendo, basicamente, o poder administrativo que permite a realização de atividades com o intuito de fiscalizar, controlar, corrigir e sancionar assuntos de interesse público, como a segurança, higiene, ordem, disciplina do mercado e respeito aos direitos individuais e coletivos, através da aplicação das limitações constitucionais aos direitos individuais, em benefício do interesse público.

República Federativa do Brasil. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 05 dez. 2020).

⁵⁶ Art. 77. As taxas cobradas pela União, pelos Estados, pelo Distrito Federal ou pelos Municípios, no âmbito de suas respectivas atribuições, têm como fato gerador o exercício regular do poder de polícia, ou a utilização, efetiva ou potencial, de serviço público específico e divisível, prestado ao contribuinte ou posto à sua disposição. (BRASIL. **Lei N° 5.172, de 25 de Outubro de 1966.** Código Tributário Nacional. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l5172compilado.htm. Acesso em: 08 dez. 2020).

⁵⁷ FILHO, José dos Santos Carvalho. **Manual de Direito Administrativo.** 31ª Edição. São Paulo: Editora Atlas, 2017, p. 340.

⁵⁸ Art. 78. Considera-se poder de polícia atividade da administração pública que, limitando ou disciplinando direito, interesse ou liberdade, regula a prática de ato ou abstenção de fato, em razão de interesse público concernente à segurança, à higiene, à ordem, aos costumes, à disciplina da produção e do mercado, ao exercício de atividades econômicas dependentes de concessão ou autorização do Poder Público, à tranqüilidade pública ou ao respeito à propriedade e aos direitos individuais ou coletivos. (BRASIL. **Lei N° 5.172, de 25 de Outubro de 1966.** Código Tributário Nacional. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l5172compilado.htm. Acesso em: 08 dez. 2020).

2.1.3.2 Contribuição de Melhoria

A contribuição de melhoria é uma espécie de tributo ligada à realização de uma atividade estatal, consubstanciada na realização de obra pública de que decorra valorização imobiliária, tendo sua justificativa pautada na premissa de vedação ao enriquecimento sem causa. Portanto, quando o poder público realizar uma obra e dessa obrar gerar uma melhoria, poderá haver a instituição de um tributo de contribuição de melhoria. Por não haver uma definição e distinção clara entre quais obras são essenciais à sociedade e quais são obras não-essenciais que apenas geram melhorias, nunca houve a instituição até hoje de uma Contribuição de Melhoria.

2.1.3.3 Empréstimo Compulsório

O empréstimos compulsório, dispostos no Artigo 148 da Carta Política de 1988, é uma espécie tributária de competência privativa da União, devendo ser instituídos mediante lei complementar, que só se viabilizará em hipótese de calamidade pública e guerra externa ou na hipótese de investimento público urgente e de interesse nacional. Uma peculiaridade dessa espécie tributária é de que o empréstimo compulsório é restituível, ou seja, após o fim da situação fática urgente e emergencial que resultou na sua instituição e exigência pelo Fisco, caberá à União restituir o valor arrecadado com correção monetária.

2.1.3.4 Contribuições

As contribuições consistem em outra espécie tributária de competência exclusiva da União, previstas no Artigo 149 da CF/88⁵⁹, consistindo em tributos qualificados constitucionalmente por suas finalidades, conforme lição de Roque Carrazza⁶⁰. Dentre as categorias de contribuições existentes, o Artigo 149 prevê que

⁵⁹ Art. 149. Compete exclusivamente à União instituir contribuições sociais, de intervenção no domínio econômico e de interesse das categorias profissionais ou econômicas, como instrumento de sua atuação nas respectivas áreas, observado o disposto nos arts. 146, III, e 150, I e III, e sem prejuízo do previsto no art. 195, § 6º, relativamente às contribuições a que alude o dispositivo. (BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 05 dez. 2020).

⁶⁰ CARRAZZA, Roque. **Curso de Direito Constitucional Tributário**. 32ª Edição. São Paulo: Malheiros Editores, 2019, p.598.

pode a União instituir contribuições sociais (ex: PIS, Cofins, Contribuição Previdenciária, CSLL, etc.), as de interesse de categoria profissional ou econômica e as contribuições interventivas no domínio econômico.

Todas as espécies de contribuições são tributos vinculados pautados pela referibilidade, ou seja, é o efetivo motivo pelo qual se justifica a imposição tributária, já que se materializa numa atividade estatal e governamental que, de alguma forma, traz um benefício ao contribuinte. Logo, para que uma contribuição seja constitucional, deve haver referibilidade, ou seja, o grupo de pessoas que custeia determinada contribuição deve ser beneficiado.

2.1.3.5 Impostos

Os impostos são a única espécie tributária no ordenamento jurídico que é classificada como um tributado não-vinculado, ou seja, são tributos que decorrem de quaisquer outras atividades, estados ou fatos que não sejam oriundos da atividade estatal, vide Artigo 16 do Código Tributário Nacional⁶¹. Em outras palavras, O imposto é a quantia em dinheiro legalmente exigida pelo Poder Público, que deverá ser paga pela pessoa física ou jurídica a fim de atender às despesas feitas no interesse comum, sem levar em conta vantagens de ordem pessoal ou particular.

O legislador constituinte, nos Artigos 153 a 156, estabeleceu como passíveis de tributação por impostos situações que gerem impactos econômicos, segregando quais entes federativos teriam competência tributária exclusiva a respeito de cada uma dessas situações.

Desta forma, dentre os 12 impostos vigentes no sistema tributário nacional, compete à União a tributação do: (i) Imposto sobre a Importação (II); (ii) Imposto sobre Exportação (IE); (iii) Imposto sobre a Renda e Proventos de Qualquer Natureza (IRPF e IRPJ); (iv) Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI); (v) Imposto sobre Operações de Crédito (IOF); e o Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural (ITR).

No âmbito estadual, compete aos Estados e ao Distrito Federal a instituição, arrecadação e fiscalização do: (i) Imposto sobre a Transmissão *Causa Mortis* ou

⁶¹ Art. 16. Imposto é o tributo cuja obrigação tem por fato gerador uma situação independente de qualquer atividade estatal específica, relativa ao contribuinte. (BRASIL. **Lei N° 5.172, de 25 de Outubro de 1966.** Código Tributário Nacional. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l5172compilado.htm. Acesso em: 08 dez. 2020).

Doação (ITCMD); (ii) Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA); e (iii) Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços de Transporte Interestaduais, Intermunicipais e de Telecomunicação (ICMS).

Por fim, compete aos Municípios brasileiros a tributação do: (i) Imposto sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISS); (ii) Imposto sobre Transmissão Inter Vivos de Bens Imóveis (ITBI); e (iii) Imposto sobre a Propriedade Territorial Urbana (IPTU).

3 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA TRIBUTÁRIA

Um ponto de relevância ímpar para a devida compreensão da relação jurídico-tributária entre o fisco e o contribuinte, é o entendimento a respeito da administração pública tributária e dos principais elementos que a compõem, assim como da realidade tributária dos contribuintes, sob à luz da prática e exercício da gestão tributária.

Portanto, a natureza e o adequada funcionamento do sistema tributário nacional estão estritamente relacionados à administração pública pois, pelo fato do Direito Tributário se submeter ao Regime de Direito Público, será a administração pública a responsável por tornar efetivo e operacionalizar o sistema tributário brasileiro.

3.1 A ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA TRIBUTÁRIA

Adentrando no tema referente à administração pública, pautada expressamente no Artigo 37, *Caput*, da Carta Magna de 1988, vê-se na doutrina uma divisão de sua definição entre o sentido objetivo e o subjetivo da administração pública.

A administração pública em seu sentido objetivo, segundo José dos Santos Carvalho Filho⁶² “deve consistir na própria atividade administrativa exercida pelo Estado por seus órgãos e agentes, caracterizando, enfim, a função administrativa”. Outrora, quanto ao seu sentido subjetivo, a expressão pode também significar o conjunto de agentes, órgãos e pessoas jurídicas que tenham a incumbência de executar as atividades administrativas⁶³.

A administração pública possui inúmeras funções e, dentre elas, se encontra as funções de regulação e fiscalização do sistema nacional tributário, que ocorre pela administração tributária. Doravante, a administração tributária nada mais é do que uma parcela da administração pública, consistindo nos poderes e deveres mediante atos administrativos que visam a garantia de regulação e fiscalização do cumprimento espontâneo das obrigações tributárias estabelecidas por lei.

⁶² FILHO, José dos Santos Carvalho. **Manual de Direito Administrativo**. 31ª Edição. São Paulo – SP: Editora Atlas, 2017, p.11.

⁶³ *Ibidem*, p.12.

Indo mais além, a própria Carta Magna de 1988 exprime com nitidez, em seu Artigo 37, XXII, que este poder-dever de fiscalização é uma atividade essencial ao bom funcionamento do Estado, e conseqüentemente, do próprio sistema tributário nacional⁶⁴. garantindo à administração tributária os meios para dar efetividade ao seu objetivo de acompanhar, fiscalizar e controlar o devido cumprimento das normas tributárias. Em suma, a administração tributária é o conjunto de atos administrativos direcionados ao controle da arrecadação e receita tributária.

3.1.1 Poderes e Deveres da Administração Pública Tributária

É importante que se entenda que, ao se falar em um processo administrativo governamental, é necessária a compreensão de que, a gestão pública de uma entidade, ou patrimônio, ou mesmo de um governo, requer o cumprimento irrestrito de normativas que têm em seu espoco central, a validação de conceitos, princípios, normativas, leis e demais pressupostos que são estipulados com o fino intento de dar voz à compreensão de que sem uma ação de regulamentação, todo o sistema fica inviabilizado, aberto a desmandos e fraudes que comprometem a segurança de todos.⁶⁵

Por esse motivo, o processo de validação de uma conduta de ética do agente público, deve ser sempre uma premissa para todos, compreendendo que sem a defesa da soberania do povo e da necessidade de resguardo de seus direitos, o que se tem é um caos favorável aos demandas de uma administração que desconhece limites e que flerta constantemente com o descaso pelo que é do povo.

Nessa conjuntura, é válida a percepção de que, no caso das entidades governamentais, é imprescindível o cumprimento de um conjunto de normativas éticas referentes à preservação daquilo que é objeto de seu zelo, observando que ao realizar

⁶⁴ Art. 37. A administração pública direta e indireta de qualquer dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios obedecerá aos princípios de legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência e, também, ao seguinte: XXII - as administrações tributárias da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, atividades essenciais ao funcionamento do Estado, exercidas por servidores de carreiras específicas, terão recursos prioritários para a realização de suas atividades e atuarão de forma integrada, inclusive com o compartilhamento de cadastros e de informações fiscais, na forma da lei ou convênio. (BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 05 dez. 2020).

⁶⁵ MADDI, Govind, VELVADAPU, Chakravarthi. **Ontology Extraction from text documents by Singular Value Decomposition**. ADMI. 2019

suas obrigações com primazia e cautela, o que se tem é validação de direitos básicos do cidadão⁶⁶. Em outras palavras, o uso do poder pela administração pública deve sempre servir como um meio para que um fim maior seja alcançado, nunca devendo ser considerado como um fim em si mesmo⁶⁷.

Portanto, na seara da administração tributária, o poder é conferido nas proporções necessárias que o legislador estabelece e imagina necessária para que as atividades de arrecadação e fiscalização sejam exercidas com otimização máxima.

Segundo se nota no texto da Constituição Federal de 1988 é permitido o direito de tributação e da repartição deste poder entre os entes políticos. É constituído que existem também entraves, dispostos no texto dos Arts. 150 a 152 da CF/88.

Tendo em vista esta definição pode-se⁶⁸ compreender que, o poder de tributar decorre diretamente da Constituição Federal e somente pode ser exercido pelo Estado através de lei, por delegação do povo, logo este tributa a si mesmo. Assim, a norma jurídica deve preexistir ao exercício do poder de tributar.

Dentro da definição apresentada, entende-se que o poder de tributar é de exclusividade do Estado por meio da lei e através da incumbência do povo que acaba por tributar a si próprio. Isto é, a tributação é uma função necessária e benéfica tanto ao Estado quanto ao povo e sua inexistência se configura primeiramente como sendo um déficit e posteriormente como uma confusão absoluta que será decorrente da inexistência de recursos dentro da esfera estatal.

Para que haja então a correta atuação na tributação feita pelo Estado é preciso que se tenha limitações e normas a serem seguidas para que assim, se tenha uma forma adequada de cobrança dos tributos que são cobrados.

Além do poder de tributar, é conferido às autoridades fiscais que compõem a administração pública tributária o poder-dever de fiscalização, atividade essencial para o funcionamento do Estado consistente na ideia de que devem as autoridades fiscais constatar se o sujeito passivo da obrigação tributária, seja um responsável ou

⁶⁶ BERRY, Michael, DUMAIS, Susan, O'BRIEN, Gavin. Using Linear Algebra for Intelligent Information Retrieval. **SIAM Review**. Vol 37. No.4, pp-573-595, December 2019. Disponível em: <https://epubs.siam.org/doi/10.1137/1037127>. Acesso em: 28 mai. 2021.

⁶⁷ FILHO, José dos Santos Carvalho. **Manual de Direito Administrativo**. 31ª Edição. São Paulo – SP: Editora Atlas, 2017, p.48.

⁶⁸ BALEEIRO, Aliomar. **Limitações constitucionais ao poder de tributar**. 7. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2012.

um contribuinte, está adimplindo e cumprindo de maneira adequada as obrigações tributárias principais e acessórias⁶⁹.

Desta forma, é possível notar que, de acordo com o Artigo 194 do Código Tributário Nacional, a competência tributária visa a instituição do exercício da fiscalização, ao estabelecer que tanto a competência quanto os poderes da administração tributária, no que tange à fiscalização e seu funcionamento prático são reguladas pela legislação tributária⁷⁰.

Ainda na análise de trechos específicos dessa legislação, se compreende que, em seu artigo 195⁷¹, a CTN delega autoridade de poder fiscal, para o exame de livros, arquivos, documentos, papéis e efeitos comerciais ou fiscais dos contribuintes. Desta forma, é atribuído aos entes fiscais o dever de exibir e conservar os livros fiscais e comerciais obrigatórios, bem como os comprovantes que suportaram os lançamentos, até que ocorra a prescrição do crédito tributário.

Ademais, visando a legalidade, transparência e verdade material no procedimento fiscal a ser realizado pelas autoridades fiscais⁷², deve a administração pública tributária cumprir os deveres previstos nos Artigos 196 e 198 do Código Tributário Nacional de documentar o início do seu procedimento e fixação do prazo máximo para conclusão da atividade de fiscalização além do dever de manter sigilo sobre quaisquer informações obtidas sobre o sujeito passivo ou terceiro submetido aos procedimentos fiscais.

3.1.2 Organização e Estrutura da Administração Tributária Brasileira

Os poderes e deveres da administração pública tributária são, respectivamente, exercidos e cumpridos por meio das diversas pessoas jurídicas de direito público, sendo que cada uma delas possui uma vasta gama de órgãos, repartições e agentes públicos.

⁶⁹ OLIVEIRA, Vicente Kleber de Melo. **A Administração Tributária como Atividade Essencial ao Funcionamento do Estado**. 1. ed. Belo Horizonte: Editora Fórum, 2012, p. 181.

⁷⁰ BRASIL. **Lei N° 5.172, de 25 de Outubro de 1966**. Código Tributário Nacional, Art. 194. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l5172compilado.htm. Acesso em: 23 mai. 2021.

⁷¹ BRASIL. **Lei N° 5.172, de 25 de Outubro de 1966**. Código Tributário Nacional, Art. 195. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l5172compilado.htm. Acesso em: 23 mai. 2021.

⁷² OLIVEIRA, Vicente Kleber de Melo. **A Administração Tributária como Atividade Essencial ao Funcionamento do Estado**. 1. ed. Belo Horizonte: Editora Fórum, 2012, p. 207.

Isso se dá em razão da estrutura federativa de organização política, composta por diferentes órgãos com funções típicas de administração tributária para cada ente federativo, que possuem a função de administrar as atividades tributárias referentes aos tributos que lhes são competentes.

Portanto, levando em consideração que cada um dos mais de cinco mil e quinhentos Municípios e os 26 Estados e Distrito Federal dispostos no território nacional possuem sua própria organização e estrutura de administração tributária e fazendária, geralmente se dando mediante as Secretarias de Fazenda Municipais e Estaduais, aliado ao fato de que tributos federais como o PIS/PASEP, Cofins, Imposto de Renda e CSLL estão entre os 5 tributos com maior arrecadação tributária do país (apenas o ICMS figura dentre os tributos estaduais)⁷³, sendo que os tributos federais consistem em mais de 60% da arrecadação tributária do país⁷⁴, é notória a importância de uma compreensão da estrutura organizacional da administração pública federal.

No âmbito da União, o principal órgão de administração tributária é a Secretaria da Receita Federal (SRF), responsável pela administração de todos os tributos de competência da União, cuja missão é de exercer a administração tributária com justiça fiscal e respeito ao cidadão e à sociedade.

Para alcançar tal missão, a Receita Federal possui diversas áreas de atuação, tendo como sua atividade principal a arrecadação, cobrança e fiscalização dos tributos de competência da União, assim como o controle dos benefícios fiscais e regimes especiais e o desenvolvimento e melhoria do contencioso tributário nas esferas administrativas e judiciais por meio da Procuradoria Geral da Fazenda Nacional (PGFN), responsável por representar os interesses da União em causas de matéria fiscal/tributária e o Conselho Administrativo de Recursos Fiscais (CARF), este último se tratando do órgão colegiado com atribuição de julgar em segunda instância administrativa, os litígios em matéria tributária e aduaneira, além de visar uniformizar a jurisprudência tributária no país⁷⁵.

⁷³ PÊGAS, Paulo Henrique. **PIS e Cofins**. 5ª Edição. São Paulo: Atlas, 2018, p.8.

⁷⁴ VASCONCELOS, André Rogério; SANTANA, Iraelson Calado; PAES, Nelson Leitão; RIBEIRO, Roberto Name; KITAZAWA, Wilson Massatoshi. Sistema e Administração Tributária: Uma Visão Geral. **Estudo Tributário N° 08**, Brasília, [S.l.], p.1-25, ago. 2002. Disponível em: <https://receita.economia.gov.br/dados/receitadata/estudos-e-tributarios-e-aduaneiros/estudos-e-estatisticas/estudos-diversos/sistema-e-administracao-tributaria>. Acesso em: 24 mai. 2021.

⁷⁵ DA SILVA, Aarão Miranda. A Função Social e Econômica do CARF. **Jus.com.br**. Dezembro de 2020. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/87224/a-funcao-social-e-economica-do-carf>. Acesso em: 25 mai. 2021.

Sob este prisma, toda a organização e estruturação da administração pública tributária, independentemente do seu âmbito de atuação e do seu órgão, tem como objetivos de resultado a arrecadação tributária eficiente ao Estado, aliado ao aprimoramento e simplificação do sistema tributário.

3.1.3 Reflexão acerca do uso de tecnologia na Administração Pública

Dentro do processo da administração pública, a mentalidade de uso de recursos tecnológicos pode até ser adotado de início. No entanto, a aplicabilidade do seu uso tende a ser o fator que verdadeiramente requer maior observação. Isso porque, não faz sentido a disponibilidade de um recurso tecnológico, seja ele um aparelho, um maquinário, um software ou um aplicativo, se a sua utilização é improdutiva.⁷⁶

Doravante, no campo da administração pública tributária, a utilização de tecnologia precisa fazer sentido. É necessário que todo o processo de gestão da máquina pública possa ser otimizado com a inserção desses recursos, neste sentido, o que se precisa validar aí é a capacitação, a familiarização dos servidores para tal utilização, observando essencialmente a sua capacidade de utilizar o recurso tecnológico de modo a tornar mais eficiente o seu trabalho, e com isso se tornar mais destacável com uma relevante melhora em sua produtividade.⁷⁷

Neste passo, o uso de tecnologia na administração pública é o cerne de seu crescimento e desenvolvimento. A utilização de tecnologias na administração pública pode abarcar todas as funções ligadas à utilização, controle e obtenção de recursos e informações referentes às atividades tributárias. De forma sintetizada, está ligada diretamente à conquista de avanços no que se refere à melhor aproveitamento de mão de obra, otimização de tempo e um correto planejamento das suas reais necessidades.⁷⁸

⁷⁶ ALENCAR, André Luiz Paes de. **Direito: material, processual e legislação especial**. 8. ed. São Paulo: Ridel, 2016.

⁷⁷ BRIDGMAN, Roger. Eletrônica. **Coleção Aventura na Ciência**. São Paulo: Editora Globo, 2014. Tradução: Anna Maria Quirino. Título original: Electronics

⁷⁸ EBBERS. W.E; VAN DIJK. J.A.G.M. Resistance and support to electronic government, building a model of innovation. **Government Information Quarterly**, Enschede – Holanda, v.24, n.3, p. 554–575, jul. 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0740624X07000020>. Acesso em: 27 mai. 2021.

Voltando esta questão para uma análise legal, pode-se ver o entendimento de que no tocante a funcionalidade da tecnologia na administração pública, há que se considerar o fato de que esta tem o potencial de ofertar agilidade no que se refere à produtividade.

Neste caso, é preciso levar em conta o fato de que a tecnologia, quando bem aplicada, produz uma massiva redução de fatores burocráticos e viabiliza ações mais direcionadas ao desempenho de cada colaborador.⁷⁹

Gerir dentro da administração pública é um processo similar à administração de demais organizações. Trata-se do ato de cuidar de um bem, seja ele tangível ou intangível para que o mesmo tenha a possibilidade de crescer e se tornar usável na sociedade.

No campo da administração pública, é imprescindível que o Estado, enquanto responsável por gerenciar o funcionamento de todos os setores que integram, saiba gerir tempo e provisões de modo geral, como forma de consolidar o avanço que se almeja neste meio.

Em síntese, este comportamento se refere ao entendimento de que a gestão pública segue um padrão de atuação no qual a sua concepção cumpre em essência, um protocolo a ser seguido. Resumidamente, se trata de uma tendência a crer que, algo tão grande como a administração pública não pode ser exposta a processos que aparentem a facilidade em seu processo de administração, já que a noção a respeito da administração pública é como se tudo tivesse que ser obrigatoriamente moroso, penoso, burocrático e com pouco potencial de entregas de resultados.

Complementarmente, cabe dizer que ao se citar a revolução digital e a eminente necessidade de uma modificação comportamental voltada para a capacidade de percepção mais aguçada, não se infere uma postura seletiva que trata pessoas como modelos de servidores obsoletos, onde se pode pensar que somente o novo servidor é capaz de desempenhar tal função e comportamento.

Pelo contrário, a viabilidade da revolução digital consiste no fato de que, ao facilitar processos, ao dinamizar ações e promover maior produtividade, o que se observa é que é capacidade contributiva de quem já possui experiência em determinado setor, que pode fazer a diferença entre o êxito ou não dessa mudança.

⁷⁹ BARACAT, Eduardo Milléo. **Poder de direção do empregador: fundamentos natureza jurídica e manifestações**. In: _____ (Coord.). Controle do empregado pelo empregador: procedimentos lícitos e ilícitos. Curitiba: Juruá, 2017, p. 234-236.

Neste diapasão, a ideia principiológica de eficiência na administração pública tende a ser uma de suas principais diretrizes.

3.1.4 A relevância do Princípio da Eficiência para a Administração Pública

A administração pública se organiza como sendo um conjunto de instituições que exercem o que se conhece como função pública em prol do interesse da coletividade, cuja base principiológica da administração pública é encontrada de forma expressa no Artigo 37 da Constituição Federal de 1988, tendo como um de seus princípios basilares justamente o Princípio da Eficiência.

É válido ressaltar que o Princípio da Eficiência não estava originariamente previsto no texto da Carta Política, sendo esculpido no caput do Artigo 37 da Carta Magna de 1988 apenas através da Emenda Constitucional N° 19 de 1998, sob a égide do Governo FHC.

Trata-se do princípio que impõe à administração pública a busca pelo bem comum, mediante a atuação imparcial, transparente, participativa e eficaz e neutra da administração pública no exercício de suas competências, buscando sempre a melhor utilização dos recursos públicos, com o intuito de evitar dispêndios desnecessários, garantindo a maior rentabilidade social.

Em outras palavras, o cerne deste princípio é a busca pela economicidade e produtividade da administração pública mediante a execução de serviços públicos funcionais, céleres, de alta qualidade e maior impacto aliados a uma redução do desperdício do dinheiro público e da burocratização dos mesmos⁸⁰.

Segundo José dos Santos Carvalho Filho, o princípio da eficiência não deve alcançar apenas os serviços públicos voltados à coletividade, mas também aos processos internos da administração pública, através da utilização das novas tecnologias para que se obtenha a qualidade máxima na execução das atividades praticadas pela administração pública⁸¹.

Seguindo este posicionamento, se entende que, com o advento da tecnologia é mais que adequado que se tenha dentro da administração pública uma abordagem e usualidade definida para ela antes mesmo da sua utilização. Em síntese, o próprio

⁸⁰ FILHO, José dos Santos Carvalho. **Manual de Direito Administrativo**. 31ª Edição. São Paulo – SP: Editora Atlas, 2017, p.31.

⁸¹ *Ibidem*, p.32.

contexto tende a apresentar tendências na utilização de recursos e equipamentos tecnológicos.

Ademais, é factível a observação de que são notórios os benefícios que a tecnologia traz em relação a administração pública quando ocorre o devido treinamento e preparo treinamento quanto à usabilidade dos recursos e aparelhos a serem utilizados.

De fato, se percebe que ao se falar em revolução digital, é necessário que se pense de forma maximizada em todos os aspectos que esta revolução irá trazer a todo o meio no qual se convive.

Não se trata da simples migração de um sistema administrativo para outro, assim como também não se trata de uma simples reforma. Pelo contrário, a revolução digital de que se fala está relacionada ao desapego à processos de atuação e organização laboral que já são percebidos como ineficientes e pouco produtivos.⁸²

Assim, a revolução digital mencionada, está longe de ser caracterizada como a disponibilização de computadores nas mesas de todos os servidores de uma repartição. Longe disso, se trata da adesão a um novo comportamento e forma de pensar, que se referem em síntese, à agilidade, polivalência e rápida capacidade de processamento.⁸³

Complementarmente, cabe dizer que, ao se citar a revolução digital e a eminente necessidade de uma modificação comportamental voltada para a capacidade de percepção mais aguçada, não se infere uma postura seletiva que trata pessoas como modelos de servidores obsoletos, onde se pode pensar que somente o novo servidor é capaz de desempenhar tal função e comportamento.

Na verdade, a viabilidade da revolução digital consiste no fato de que, ao facilitar processos, dinamizar ações e promover maior produtividade, o que se observa

⁸² ANTONIALLI, Luiz Marcelo. **Modelo de gestão e estratégias: O Caso de duas cooperativas mistas de leite e café de Minas Gerais**. Orientador: Prof. Dr. Adalberto Américo Fischmann. 164f. Tese (Doutorado em Administração). Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. Universidade de São Paulo. São Paulo: FEA/USP, 2014. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12139/tde-19032010-163547/publico/Antonialli_2000_Tese_FEA_USP.pdf. Acesso em: 27 mai. 2021.

⁸³ FERRARI, Isabela; BECKER, Daniel; WOLKART, Erik Navarro. Arbitrium ex machina: panorama, riscos e a necessidade de regulação das decisões informadas por algoritmos. **Revista dos Tribunais**, v. 995, set. 2018. p.4. Disponível em: <http://governance40.com/wp-content/uploads/2018/11/ARBITRIUM-EX-MACHINA-PANORAMA-RISCOS-E-A-NECESSIDADE.pdf>. Acesso em: 27 mai. 2021.

é o aumento da capacidade contributiva de quem já possui experiência em determinado setor⁸⁴.

Dada a forma como as relações entre a administração pública e a coletividade tem se estabelecido no cenário nacional e internacional, é possível perceber que, implicitamente, há a necessidade do Brasil se adequar a tais mudanças. Dentro do processo de gestão governamental, há a latente necessidade de tornar mais dinâmico e célere os processos da administração pública com o escopo de deixar mais eficaz o processo de tomada de decisões.⁸⁵

No campo hierárquico, o melhoramento no que se refere à comunicação, delegação de atividades, desburocratização de modelos e aumento da produtividade, estão diretamente ligados à capacidade de adequação do modelo de gestão ao novo mundo que se descortina. Neste sentido, fica constatada a necessidade do país em procurar transformar os seus recursos digitais.⁸⁶

Dentro da gestão pública, a implantação e usabilidade de recursos tecnológicos bem como a digitalização de processos, tem encontrado resistência da parte dos servidores, em razão do desconhecimento do que está sendo apresentado, e em função do temor de que tal tecnologia ou novo processo, torne o colaborador em si, obsoleto dentro do processo de gestão.⁸⁷

Neste sentido, cabe dizer que sendo essa uma das maiores dificuldades que se tem para adequar um novo modelo ou para viabilizar um processo mais eficaz na gestão pública nacional, a resposta a tal problema seria a capacitação dos colaboradores em relação ao uso da tecnologia que lhe é mostrado. Neste sentido, compreende-se que utilização de tecnologias, precisa ainda ser trabalhada dentro do modelo de gestão pública, como requisito à transformação digital desse modelo. ⁸⁸

⁸⁴ WEST, Darrell M. ALLEN, John R. How artificial intelligence is transforming the world. **Brookings**. Disponível em: <https://www.brookings.edu/research/how-artificial-intelligence-is-transforming-the-world/>. Acesso em: 28 mai. 2021.

⁸⁵ SHADOWEN, Ashley Nicole, "Ethics and Bias in Machine Learning: A Technical Study of What Makes Us "Good" (2017). **CUNY Academic Works**. Disponível em: https://academicworks.cuny.edu/jj_etds. Acesso em: 28 mai. 2021.

⁸⁶ GONÇALVES, Rafael; FERREIRA, Pedro P. **Não-neutralidade da tecnologia: a ação social das mediações técnicas**. In: XXVIII Congresso Virtual de Iniciação Científica da Unicamp, 28., 2020, Artigo Científico, 2020, p.1-5. Disponível em: <https://www.prp.unicamp.br/inscricao-congresso/resumos/2020P17507A33708O343.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2021.

⁸⁷ JOSHI, Ameet V. **Machine Learning and Artificial Intelligence**. Cham: Springer, 2020. ISBN 978-3-030-26621-9 ISBN 978-3-030-26622-6 (eBook). Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-26622-6> .p. 10-11. Acesso em: 29 mai. 2021.

⁸⁸ SILVEIRA, Sérgio Almeida. (2017). Governo dos Algoritmos. **Revista de Políticas Públicas**, v. 21, n. 1, p. 267-285. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3211/321152454013.pdf>. Acesso em: 29 mai. 2021.

Dessa forma, é relevante que se diga que, para que a transformação digital de fato ocorra com eficácia, é fundamental inicialmente, aconteça a familiarização do servidor à esta. Com isso, se vê também a necessidade de fazer com que essa transformação aconteça de modo coerente com o contexto em que se está inserido. Logo, cada passo que se dá rumo à transformação digital precisa estar afinado com a necessidade do ambiente no qual ela está sendo utilizada.⁸⁹

É necessário que se defenda a ideia de que a transformação digital não tem como meta a substituição de uma pessoa por uma máquina, longe disso, o objetivo nesse caso é tornar mais produtivo o trabalho humano, viabilizar ações e deixar mais eficaz o trabalho que é exercido por uma pessoa.

3.2 GESTÃO TRIBUTÁRIA

O Direito Tributário compreende todas as normas jurídicas que dizem respeito aos princípios, normas, institutos, e aspectos relacionados com a obtenção desta receita derivada que é o tributo. Quando nos referimos à atividade da tributação, estamos nos referindo tão somente com a relação jurídica que se estabelece entre a Administração Pública (Sujeito Ativo) e o particular (Sujeito Passivo), quando do nascimento de uma obrigação de pagar algum tributo, obrigação esta denominada obrigação tributária. Tudo que envolve esta relação, em seus diversos aspectos, é objeto da disciplina do direito tributário.

Neste diapasão, se entende que o poder de tributar é de exclusividade do Estado por meio da lei e através da incumbência do povo que acaba por tributar a si próprio. Portanto, a tributação é uma função necessária e benéfica tanto ao Estado quanto ao povo e sua inexistência se configura primeiramente como sendo um déficit e posteriormente como uma confusão absoluta que será decorrente da inexistência de recursos dentro da esfera estatal. Para que haja então a correta atuação na tributação feita pelo Estado é preciso que se tenha limitações e normas a serem seguidas para que assim, se tenha uma forma adequada de cobrança dos tributos que são cobrados⁹⁰.

⁸⁹ WEITZEL, Simone da Rocha. **Elaboração de uma política de desenvolvimento de coleções em bibliotecas universitárias**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

⁹⁰ ÁVILA, Alexandre Rossato da Silva. **Curso de Direito Tributário**. 2. ed. Porto Alegre: Verbo Jurídico, 2006.

Dispondo deste posicionamento, chega-se ao entendimento que, a eficiência fiscal e a garantia de uma boa gestão dos tributos por parte do contribuinte é de suma relevância para o sucesso de uma empresa que atua no polo passível da relação tributária, ou seja, como contribuinte.

Doravante, a gestão tributária torna-se um elemento essencial para que seja assegurada uma boa administração do negócio mediante a correta interpretação exata das leis tributárias, o devido pagamento e apuração dos tributos e, em muitos casos, a redução da carga tributária.

3.2.1 Conceito e Definição de Gestão Tributária

Dentro desse novo cenário, absolutamente todos os fatores pertinentes ao domínio e administração de um novo modelo pode ser pertinente e rentável, ou mesmo prejudicial ao desenvolvimento econômico de um país ou entidade. Por esse motivo, se compreende que a economia, em uma nova perspectiva, tem mais conectividade com a possibilidade de gestão responsável de recursos, do que propriamente, com a disponibilidade de grandes quantias monetárias.⁹¹

Deste modo, é preciso dizer que o modo como cada entidade lida com a sua própria economia, passa então a ser culturalmente, parte de tal instituição ou país, e por causa disso, todos os demais relacionamentos tidos em ambientes diversos, podem servir de base para a estruturação e consolidação dessa economia, logo, há que se entender que a economia, o mercado de modo geral, nunca foram limitados unicamente a valores monetários, à uma disponibilidade de dinheiro, limitando a isso unicamente.⁹²

Nesse contexto, eclodem novos conceitos que se relaciona, com a economia, e dentre eles, tem-se por exemplo, a confiança financeira. Seguindo o que foi dito aqui anteriormente, a confiança financeira, se trata de uma análise macro de um conjunto que, tendo expostos todos os seus elementos, deve em sua somatória final,

⁹¹ CARVALHO, Antônio Pires. **Talentos brasileiros do secretariado executivo: novas competências multifuncionais**. São Paulo: DCL, 2016.

⁹² DRISCOLL, J. W. Trust and participation in organizational decision making as predictors of satisfaction. **Academy of Management Journal**, v.21, p. 44-56, 1978. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/105960117800300422>. Acesso em 30 mai. 2021.

apresentar uma conduta que transmita a confiabilidade necessária para o fechamento de qualquer acordo.⁹³

Observando dessa forma, todo esse contexto, chega-se enfim à compreensão quanto ao fato de que, a economia é, na verdade, um conglomerado de posicionamentos, posturas e entendimentos que, de forma muito sintetizada, integra a parte mais relevante de uma forma de ação em um país ou em uma entidade, por exemplo.

Desse modo, o termo “economia” em si, tem relação direta com a estruturação de relações financeiras, pautadas por conceitos que também compõem esse cenário, como por exemplo a confiança, a previsibilidade e uma boa gestão.⁹⁴

Sob este prisma situacional, pode se dizer que a gestão tributária pode ser compreendida como uma atividade administrativa realizada pelo contribuinte que gerencia os aspectos tributários de uma empresa.

Esse tipo de gestão tem a finalidade de adequar ações dentro do processo administrativo, ao passo que também planeja o desenvolvimento de uma empresa. Trata-se de uma ação que tem como foco, o controle de operações que se relacionam diretamente com a tributação.⁹⁵

É possível perceber também, que o grau de complexidade presente dentro da gestão tributária, tendo em vista justamente, todas os caminhos e meandros que podem ser seguidos dentro desse tipo de gestão, haja visto o alto índice de tributos cobrados no Brasil.

Junto a isso, o que se tem é notória necessidade de domínio de todos os fatores que compõem esse tipo de gestão, justamente em decorrência da influência dessa no âmbito da administração pública de modo geral.

3.2.2 Obrigações fiscais acessórias: Definição e Exemplos

⁹³ MAYER, Roger C.; DAVIS, James H.; SCHOORMAN, F. David. An Integrative Model of Organizational Trust. *The Academy of Management Review*. v. 20, n. 3, p.709-734, 1995. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/pdf/258792.pdf?refreqid=excelsior%3Ab0f1d5a5f59c1bd6f744a0060f4885a1>. Acesso em: 31 mai. 2021.

⁹⁴ GIDDENS, Anthony. *As consequências da modernidade*. São Paulo: Ed. Universidade Estadual Paulista, 2018.

⁹⁵ TEIXEIRA, Paulo Henrique. O Que É Gestão Tributária. *Portal de Auditoria*. 07 jul. 2010. Disponível em: <http://www.portaldeauditoria.com.br/artigos/O-QUE-%C3%89-GEST%C3%83O-TRIBUT%C3%81RIA.asp#:~:text=O%20QUE%20%C3%89%20GEST%C3%83O%20TRIBUT%C3%81RIA&text=%C3%89%20o%20processo%20de%20gerenciamento,tenham%20rela%C3%A7%C3%A3o%20direta%20com%20tributos>. Acesso em: 31 mai. 2021.

A atividade de gestão tributária realizada pelo contribuinte, além de basear na realização da devida apuração e recolhimento dos tributos incidentes sobre as suas atividades econômicas, também tem como enfoque o cumprimento das diversas obrigações fiscais acessórias exigidas por lei que giram ao redor do pagamento do tributo.

As obrigações fiscais acessórias consistem em todas as declarações realizadas periodicamente (mensalmente, trimestralmente ou anualmente) em que constam as mais diversas informações e dados sobre as empresas, tais como a receita efetiva da companhia advinda de suas atividades econômicas e a apuração dos impostos e que devem ser apresentadas para as autoridades fiscais.

Para fins da gestão tributária e da atividade de fiscalização realizada pela Administração Pública Tributária, a principal obrigação acessória realizada pelo contribuinte consiste pelo devido cumprimento da obrigação acessória existente é o dever do contribuinte em escriturar e apresentar às autoridades fiscais seus livros contábeis e fiscais⁹⁶, conforme disposição legal no Artigo 195 do Código Tributário Nacional.

A escrituração possui uma função gerencial e documental, ou seja, de registrar suas atividades econômicas assim como de demonstrar os resultados de sua atividade comercial⁹⁷. Contudo, em razão da quantidade de obrigações fiscais acessórias existentes no Brasil, é plausível afirmar que, em razão da miríade de obrigações acessórias existentes e exigidas por lei no Brasil, a principal finalidade da escrituração dos livros fiscais, contábeis e declarações pelo contribuinte é a de atender aos interesses do Fisco e provar que o mesmo está cumprindo para com as suas obrigações tributárias⁹⁸.

As obrigações acessórias exigidas pelo Fisco variam de acordo com o regime tributário adotado pelo contribuinte, ou seja, as obrigações acessórias exigidas para um contribuinte optante pelo Simples Nacional são distintas daquelas demandadas legalmente para o contribuinte cujo regime tributário é o de Lucro Real. Logicamente, por se tratar de um regime tributário mais complexo, os contribuintes optantes pelo

⁹⁶ BRASIL. **Lei N° 5.172, de 25 de Outubro de 1966**. Código Tributário Nacional, Art. 195. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l5172compilado.htm. Acesso em: 23 mai. 2021.

⁹⁷ OLIVEIRA, Vicente Kleber de Melo. **A Administração Tributária como Atividade Essencial ao Funcionamento do Estado**. 1. ed. Belo Horizonte: Editora Fórum, 2012, p. 191.

⁹⁸ *Ibidem*, p. 192.

Lucro Real estão sujeitos a cumprirem com diversas obrigações acessórias, o que exige dos mesmos uma alta capacitação de seus profissionais responsáveis pela gestão tributária da empresa.

Como exemplos de obrigações fiscais acessórias a serem cumpridas pelo contribuinte do Lucro Real, temos a Declaração de Créditos Tributários Federais (DCTF), consistente em uma declaração mensal a respeito dos créditos tributários de diversos impostos e contribuições de competência da União, tais como o IRPJ, IPI, IRRF, CSLL, IOF e PIS/Cofins. Outro exemplo de obrigação fiscal acessória mensal, desta vez no âmbito estadual, são as Guias de Informação e Apuração de ICMS e ICMS-ST, cujo objetivo é informar ao Fisco Estadual as apurações individuais dos contribuintes que se referem ao ICMS e ao ICMS-ST⁹⁹, respectivamente.

Contudo, as principais obrigações fiscais acessórias no tocante à atividade de escrituração são os documentos e livros contábeis e fiscais que englobam o Sistema Público de Escrituração Digital, também conhecido como SPED, sistema este que tornou eletrônico os processos de envio, recepção, validação, armazenamento e autenticação dos livros e documentos relacionados à escrituração contábil e fiscal das empresas¹⁰⁰.

Dentre os documentos que fazem parte do SPED, temos as emissões de documentos fiscais eletrônicos, tais como as notas fiscais (NF-e), notas fiscais de serviços (NFs-e), notas fiscais do consumidor (NFC-e) e o conhecimento de transporte (CT-e).

Quanto aos livros contábeis integrantes do SPED, existem duas obrigações acessórias de periodicidade anual: a ECD (Escrituração Contábil Digital), que substitui as escriturações manuais do livro diário, livro razão e balancetes do contribuinte; assim como a ECF (Escrituração Contábil Fiscal), em que são escrituradas todas as informações relevantes para apuração e recolhimento do IRPJ e da CSLL.

Por fim, os livros fiscais de periodicidade mensal do SPED são as EFDs (Escriturações Fiscais Digitais), que contém um conjunto de escriturações de documentos fiscais e outras informações de interesse ao Fisco, além dos registros de apuração dos tributos referentes às atividades exercidas pelo contribuinte. Exemplos

⁹⁹ PERES, Adriana Manni; MARIANO, Paulo Antonio. **ICMS e IPI no Dia a Dia das Empresas: Teoria e Prática**. 9ª Edição. São Paulo: IOB Publicações Jurídicas, 2015, p.299.

¹⁰⁰ OLIVEIRA, Vicente Kleber de Melo. **A Administração Tributária como Atividade Essencial ao Funcionamento do Estado**. 1. ed. Belo Horizonte: Editora Fórum, 2012, p.238.

de EFDs são a EFD ICMS IPI, que abarca as informações fiscais do ICMS, IPI e do ISS e a EFD Contribuições, que consolida as informações fiscais e apurações do PIS e da Cofins.

É notório o esforço realizado pelo SPED e pelo Fisco de simplificar o cumprimento das obrigações acessórias das empresas, além da tentativa de integrar e padronizar as informações fiscais federais, estaduais e municipais, visando facilitar a fiscalização dos órgãos reguladores.

Todavia, em razão da complexidade e do volume da escrituração das obrigações acessórias do SPED aliado às outras diversas obrigações exigidas pelo Fisco nas esferas municipal, estadual e federal, acabam por exigir uma demanda de tempo substancial do contribuinte para realização de tais atividades, sem contar com o aumento da probabilidade de erro em alguma das obrigações, o que acarreta em um grande número de autuações, que fomenta a instabilidade na relação entre Fisco e contribuinte, sendo este uma das grandes problemáticas existentes no sistema tributário nacional.

Portanto, para o bom funcionamento tanto da administração pública tributária quando da gestão tributária do contribuinte, torna-se necessário analisar formas de otimizar o sistema tributário nacional.

4 DOS PRINCIPAIS PROBLEMAS DO SISTEMA TRIBUTÁRIO BRASILEIRO

A premissa existencial de um sistema tributário em um Estado Moderno consiste no acúmulo e arrecadação eficiente por parte da Administração Pública de recursos econômicos extraídos dos contribuintes para que ocorra uma melhoria do bem estar social mediante uma distribuição justa e igualitária de diversos serviços públicos nas mais diversas áreas, tais como saúde, segurança pública, desenvolvimento, educação e regulação da economia.

De antemão, é essencial destacar que, diante da complexidade das relações socioeconômicas entre os contribuintes e o Estado na contemporaneidade, é impossível afirmar que existe um sistema tributário perfeito.

Contudo, desde o Século XVIII, diversos autores dos mais diferentes campos científicos visam estabelecer e definir quais seriam as diretrizes responsáveis por guiar o sistema tributário de um país ao ponto ótimo, teorização essa conhecida como a teoria da tributação ótima¹⁰¹.

Um dos primeiros expoentes da teoria da tributação ótima foi o economista clássico Adam Smith que, em sua obra “*The Wealth of Nations*”, também conhecida como “A Riqueza das Nações”, listou quatro fatores de suma relevância para a concretização de um sistema tributário ideal¹⁰².

O primeiro fator consiste na ideia de equidade, ou seja, de que os contribuintes do Estado devem contribuir o máximo possível para a manutenção do governo, levando em consideração a proporcionalidade das capacidades individuais, consistente numa tributação maior ou menor para cada indivíduo a depender dos seus rendimentos, gastos realizados e capacidade econômica e do quanto cada um desfruta do Estado.

O segundo fator para a concepção de um sistema tributário ideal é a noção de certeza. Isto significa que a tributação sobre o contribuinte deve ser certa, deixando transparente ao contribuinte as circunstâncias de fixação do valor a ser pago, assim como a data e a forma do recolhimento, nunca podendo o Estado agir de forma

¹⁰¹ VILLAS-BÔAS, Marcos de Aguiar.. A teoria da tributação ótima aplicada ao sistema tributário brasileiro: Parte 1 – “The Wealth of Nations” de Adam Smith. **Direito UNIFACS – Revista Eletrônica Mensal – Debate Virtual**.v.1, n.181, p.1-7, Jul. 2015. Disponível em: <https://revistas.unifacs.br/index.php/redu/issue/view/218>. Acesso em: 07 abr. 2021.

¹⁰² *Ibidem*.

arbitrária, em outras palavras, realizando a atividade de tributação de maneira indevida e estendendo tal atividade além dos limites dispostos na legislação¹⁰³.

O terceiro fator se baseia na conveniência do pagamento, que quer dizer que o momento e a maneira do recolhimento do tributo deve ser o melhor e mais conveniente para o contribuinte.

Por fim, e não menos importante, o último fator para um sistema tributário ideal é a economia no recolhimento, que nada mais é do que a máxima de que todos os tributos devem ser planejados e criados visando que o Estado retire e arrecade, de forma eficiente, o máximo do mínimo possível dos recursos econômicos do contribuinte¹⁰⁴.

4.1 AS DISTORÇÕES E DISFUNÇÕES ESTRUTURAIS DO SISTEMA TRIBUTÁRIO

Justamente visando cumprir com os quatro fatores relevantes para um sistema tributário eficiente e ideal, a ideia de uma reforma no sistema tributário brasileiro se tornou um tema que têm ganhado cada vez mais força nos últimos anos nos campos da ciência econômica e, principalmente, nas ciências jurídicas.

Neste diapasão, o acaloramento das discussões a respeito de uma possível reforma tributária se deve em razão das diversas deficiências estruturais do sistema tributário, dentre elas a própria sistematização da tributação sobre bens e serviços no ordenamento jurídico-tributário brasileiro e a elevada carga tributária sobre a renda e consumo.

4.1.1 Distorções na Tributação sobre Bens e Serviços: Quantidade de Tributos, Guerra Fiscal e Alta Regressividade

A vivência em sociedade gera custos e, portanto, quem vive em sociedade tem a obrigação de arcar com as despesas gerais por meio dos tributos. Portanto, as pessoas que convivem em sociedades arcam com os tributos (impostos, taxas e contribuições) por meio de sua capacidade produtiva, podendo a mesma ser medida

¹⁰³ SMITH, Adam. **A Riqueza das Nações: Investigação sobre sua Natureza e suas Causas**. Ed. Abril Cultural, Coleção: Os Economistas, São Paulo. v.2, págs.247- 249. 1983.

¹⁰⁴ *Ibidem*.

das mais diversas formas, dentre elas o quanto o contribuinte consome em dada cadeia produtiva.

Desta forma, a tributação sobre o consumo de bens e serviço, também conhecida como tributação indireta, tem como fato gerador a venda ou saída do produto, mercadoria e/ou serviço, incidindo diretamente sobre a cadeia produtiva, acarretando na transferência do ônus financeiro para o próximo consumidor da cadeia, incidindo o tributo sobre a venda do produto/prestação do serviço, visando onerar, por fim, o consumidor final.

Ou seja, em outras palavras, os tributos indiretos são os tributos cobrados sobre a cadeia de consumo até o momento de aquisição do produto ou serviço pelo consumidor final, este último que terá de arcar com o valor agregado dos tributos indiretos como parte do preço da mercadoria ou serviço¹⁰⁵.

A maioria dos sistemas tributários ao redor do mundo realiza a tributação indireta mediante o imposto sobre o valor adicionado, também conhecido como IVA ou *value-added tax*. O IVA é o tributo incidente sobre todas as atividades comerciais relacionadas com a cadeia de produção de bens ou prestação de serviços¹⁰⁶, consistindo em um tributo que há de ser cobrado em todas as etapas da cadeia de produção, com a garantia de que, em cada uma das etapas, se dará a geração de um crédito de valor correspondente ao imposto que foi debitado na etapa prévia da cadeia, ou seja, é um tributo não-cumulativo.

4.1.1.1 Da Quantidade de Tributos sobre o Consumo de Bens e Serviços

Visando facilitar a fiscalização do tributo, a maioria dos países europeus adotam em seus sistemas tributários apenas um único IVA de caráter não-cumulativo, que geralmente é dotado de uma baixa variedade de alíquotas e há de incidir sobre uma vasta base de bens e serviços sem a necessidade de classificação e/ou divisão das diferentes atividades de consumo e produção¹⁰⁷.

¹⁰⁵ SCHENK, Alan; OLDMAN, Oliver. **Value Added Tax: A Comparative Approach**. 1. Ed. Nova Iorque – NY, Cambridge University Press. 2007, p.5.

¹⁰⁶ *Ibidem*, p.16-17.

¹⁰⁷ APPY, Bernard. Por Que O Sistema Tributário Brasileiro Precisa Ser Reformado. **Revista Interesse Nacional**, São Paulo, v.31, n.1, p.1-16, out./dez. 2015. Disponível em: <http://interessenacional.com.br/2015/10/05/por-que-o-sistema-tributario-brasileiro-precisa-ser-reformado/>. Acesso em: 09 abr. 2021.

Contudo, o sistema tributário brasileiro destoou da ideia de criação de apenas um único IVA e acabou por segregar a sua tributação indireta em, essencialmente, cinco tributos: três tributos competentes à União (PIS, Cofins e IPI); um tributo competente a cada um dos Estados/Unidades Federativas (ICMS); e um tributo competente aos municípios (ISS). Desta forma, o sistema tributário brasileiro, ao criar diferentes tributos sobre o consumo de bens e serviços, com competência de entes federativos, hipóteses de incidência tributária, bases de cálculo e alíquotas distintas, acabou por gerar um sério problema no tocante à sistematização de todos estes tributos que compõem a tributação indireta no Brasil.

O IPI, ou Imposto sobre Produtos Industrializados, é um imposto não-cumulativo de competência da União que, apesar de possuir sua base de cálculo devidamente estabelecida no Artigo 47 do Código Tributário Nacional¹⁰⁸, possui uma vastidão de alíquotas definidas pela Tabela TIPI de acordo com o NCM do produto, o que abre espaço para amplas discussões no tocante à classificação dos produtos e qual seria a alíquota aplicável.

Ademais, o ISS, que é o imposto sobre serviços de qualquer natureza (ISSQN), diferentemente do IPI, consiste em um imposto competente a cada um dos municípios que, além de terem que criar suas próprias leis municipais e estabelecerem suas próprias alíquotas para a alta de gama de serviços que compõem o fato gerador do referido imposto, também se trata de um tributo cumulativo, ou seja, quebrando a lógica de não-cumulatividade da tributação sobre o consumo¹⁰⁹.

Já no caso do PIS e da Cofins, contribuições finalísticas criadas para financiar, respectivamente, o seguro desemprego e o abono salarial do PIS e a seguridade social, há uma divisão destes tributos, que possuem a mesma base de cálculo, em dois regimes de incidência: o regime não-cumulativo, aplicável às empresas

¹⁰⁸ Art. 47. A base de cálculo do imposto é: I - no caso do inciso I do artigo anterior, o preço normal, como definido no inciso II do artigo 20, acrescido do montante: a) do imposto sobre a importação; b) das taxas exigidas para entrada do produto no País; c) dos encargos cambiais efetivamente pagos pelo importador ou dele exigíveis; II - no caso do inciso II do artigo anterior: a) o valor da operação de que decorrer a saída da mercadoria; b) na falta do valor a que se refere a alínea anterior, o preço corrente da mercadoria, ou sua similar, no mercado atacadista da praça do remetente; III - no caso do inciso III do artigo anterior, o preço da arrematação. (BRASIL. **Lei N° 5.172, de 25 de Outubro de 1966**. Código Tributário Nacional. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/15172compilado.htm. Acesso em: 10 abr. 2021).

¹⁰⁹ APPY, Bernard. Por Que O Sistema Tributário Brasileiro Precisa Ser Reformado. **Revista Interesse Nacional**, São Paulo, v.31, n.1, p.1-16, out./dez. 2015. Disponível em: <http://interessenacional.com.br/2015/10/05/por-que-o-sistema-tributario-brasileiro-precisa-ser-reformado/>. Acesso em: 09 abr. 2021.

submetidas ao lucro real, com possibilidade de apropriação de créditos fiscais das contribuições e com aplicação de alíquota básica de 9,25% (1,65% de PIS e 7,6% de Cofins); e o regime cumulativo, este último que impossibilita a apropriação de créditos e que, em regra, é aplicado às empresas submetidas ao regime tributário de lucro presumido ou arbitrado, sendo tais contribuições tributadas pela alíquota de 3,65% (0,65% de PIS e 3% de Cofins)¹¹⁰.

Não obstante, o que faz aumentar ainda mais a complexidade destas contribuições é que, além desses dois regimes, existe uma série de exceções setoriais, em que diferentes setores de mercado possuem regimes específicos, tais como os regimes monofásicos no setores de produtos farmacêuticos, cosméticos, agroindústria, indústria automotiva (peças, pneus e veículos) e indústria de bebidas¹¹¹. Ademais, como a maior parte das empresas do setor de serviços encontra-se sob o regime de lucro presumido, boa parte das empresas de serviços aderem ao regime cumulativo do PIS/Cofins¹¹², enquanto que a maioria das indústrias e empresas de produtos e mercadorias acabam por se enquadrar no regime não-cumulativo.

Já o ICMS, imposto incidente sobre as operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestações de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação, de competência dos Estados e Distrito Federal, pode ser considerado como o imposto de maior arrecadação e também um dos mais complexos de todo o sistema tributário nacional.

Por sua natureza, o ICMS já consiste em um problema. Isto se deve ao fato de que, no caso do ICMS, nas transações interestaduais, enquanto que, por um lado, há a tributação do ICMS no Estado de destino da mercadoria – consistente no modelo adotado pela grande parcela dos países que possuem um IVA – sendo esta incidência equivalente a tributar o consumo, por outro lado, uma parcela substancial do imposto é cobrado e recolhido no Estado de origem das mercadorias, sendo esta situação o equivalente a tributar a própria produção.

Agregando a complexidade do ICMS, também existem os institutos do ICMS-ST e das figuras de antecipação parcial e antecipação integral, que tendem a

¹¹⁰ PÊGAS, Paulo Henrique. **PIS e Cofins**. 5ª Edição. São Paulo: Atlas, 2018, p.17.

¹¹¹ *Ibidem*, p.120.

¹¹² APPY, Bernard. Por Que O Sistema Tributário Brasileiro Precisa Ser Reformado. **Revista Interesse Nacional**, São Paulo, v.31, n.1, p.1-16, out./dez. 2015. Disponível em: <http://interessenacional.com.br/2015/10/05/por-que-o-sistema-tributario-brasileiro-precisa-ser-reformado/>. Acesso em: 09 abr. 2021.

complicar de forma considerável a fiscalização por parte do Fisco, assim como o recolhimento e apuração do imposto pelo contribuinte¹¹³.

Contudo, um dos principais problemas gerados pelo ICMS para o funcionamento do sistema tributário nacional que merece um maior aprofundamento são as chamadas guerras fiscais.

4.1.1.2 O ICMS e as Guerras Fiscais

O ICMS, em razão de ser o principal imposto - em termos de arrecadação - no país, é um tributo de suma relevância para a balança fiscal dos Estados¹¹⁴. Todavia, com o intuito de angariar novos recursos e investimentos, as unidades federativas, especialmente as que possuem um menor desenvolvimento econômico e industrial, passam a criar programas de incentivo mediante legislações que tem como principal objetivo a concessão de créditos, abatimentos e até mesmo o diferimento do prazo de recolhimento do ICMS para os contribuintes que optem por instalar suas indústrias e estabelecimentos comerciais nos Estados. Consequentemente, com a concessão desses benefícios fiscais, o Estado concedente acaba por abdicar, voluntariamente, de uma considerável fonte de receita.

Doravante, a partir do momento em que várias unidades federativas passam a conceder tais benefícios fiscais de ICMS é que ocorre a formação da chamada guerra fiscal, consistente no confronto direto de vantagens e benefícios fiscais concedidas pelos estados com o objetivo de concentrar investimentos de empresas – potenciais contribuintes de ICMS – para o seu território¹¹⁵.

A guerra fiscal acaba por acarretar na perda de efetividade dos benefícios fiscais pois, como as empresas tem a liberdade de definir onde irão se instalar, a mesma tenderá a escolher a unidade federativa que concederá o melhor benefício para redução de seus custos.

¹¹³ PERES, Adriana Manni; MARIANO, Paulo Antonio. **ICMS e IPI no Dia a Dia das Empresas: Teoria e Prática**. 9ª Edição. São Paulo: IOB Publicações Jurídicas, 2015, p.53-54.

¹¹⁴ NETO, João Sorima. Uma montanha ainda maior de impostos. **Senado Federal**, 21 de Setembro de 2015. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/515657/noticia.html>. Acesso em: 08 dez. 2020.

¹¹⁵ VARSANO, Ricardo. A GUERRA FISCAL DO ICMS: QUEM GANHA E QUEM PERDE. **Planejamento e Políticas Públicas**, [S.l.], n. 15, 2009. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/view/127>. Acesso em: 13 maio. 2021.

Desta forma, Estados com um desenvolvimento econômico não tão pujante acabam por ser preteridos em face das unidades federativas que tem capacidade de sacrificar sua balança fiscal para conceder benefícios mais atrativos. Isto acarreta em uma queda nos gastos direcionados à população advindos do arrecadamento destes tributos, além da perpetuação da concentração industrial nos estados mais consolidados economicamente.

4.1.1.3 Da Alta Regressividade dos Tributos Indiretos

Outro problema referente à tributação indireta no sistema tributário brasileiro é o fato do mesmo ser marcado por sua alta regressividade. A regressividade é pautada no fato de grande parte da carga tributária do país ser concentrada na tributação sobre o consumo que, por ser composta por tributos indiretos cujos encargos econômicos e financeiros são transferidos para terceiros, torna-se inviável atribuir aos mesmos um caráter pessoal¹¹⁶.

Portanto, a causa da alta regressividade no Brasil se deve em razão de que, enquanto nos países desenvolvidos a maior fatia da arrecadação tributária advém dos tributos diretos incidentes sobre a renda e o patrimônio¹¹⁷, no Brasil ocorre justamente o inverso.

Conforme a pesquisa “*Revenue Statistics in Latin America and the Caribbean 2021*”¹¹⁸, realizada pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), trabalho este que realizou uma análise comparativa entre os dados de receita e arrecadação tributária em mais de 27 países da América Latina e do Caribe durante o período de 1990 a 2019, constatou-se que as receitas advindas

¹¹⁶ RODRIGUES, Hugo Thami; OLIVEIRA, Antonio Furtado de. A Regressividade do Sistema Tributário Brasileiro. In: **Congresso Interinstitucional UNISC/URCA: Promovendo Políticas Públicas, Concretizando Demandas Sociais**, 1., 2017, Crato – Ceará. Disponível em: <https://online.unisc.br/acadnet/anais/index.php/ppds/article/view/16449>. Acesso em: 02 mai. 2021.

¹¹⁷ QUINTELA, Michel Barbosa. **Sistema Tributário Brasileiro e Suas Transformações no Período Recente**. Orientadora: Profa. Denise Lobato Gentil. 2017. 77f. TCC (Graduação) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/4821/1/Monografia_Michel_Barbosa_Quintela%20%281%29.PDF. Acesso em: 02 mai. 2021.

¹¹⁸ OCDE. Organização para a Cooperação Econômica e Desenvolvimento. **Revenue Statistics in Latin America and the Caribbean 2021**. 1ª Edição. Paris: OECD Publishing, 2021, p. 3. Disponível em: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/96ce5287-en-es.pdf?expires=1620871859&id=id&accname=guest&checksum=5D609A109A06C33D156CB66F14B21A64>. Acesso em: 02 mai. 2021.

de impostos indiretos no Brasil encontram-se acima da média dos países que compõem a OCDE.

Para o ano de 2019, o valor arrecadado diante da tributação sobre bens e serviços no Brasil atingiu o equivalente a 14,2% do PIB brasileiro, sendo este montante o correspondente a 42,8% do total de receitas tributárias do país no período¹¹⁹.

Ambas as métricas extraídas do sistema tributário brasileiro encontram-se consideravelmente acima da média global dos países da OCDE, cujo valor da receita tributária advinda de bens e serviços representou meros 10,9% do PIB médio global e apenas 32,7% das receitas tributárias são oriundas da tributação sobre bens e consumo¹²⁰.

Neste diapasão, o Princípio da Capacidade Contributiva, pautado na premissa da progressividade da tributação, tem sua eficácia drasticamente reduzida no sistema tributário brasileiro em virtude da combinação entre a forte dependência da receita tributária advinda da tributação indireta e a baixa participação dos impostos de renda em relação ao total de receitas fiscais, correspondente a 7,4% do PIB total e 22,4% do total de arrecadação tributária¹²¹.

Aliado a estes fatores, o fato de que o sistema de tributação sobre consumo tem como principal fonte de receita fiscal o ICMS - imposto operado a nível estadual e de alta complexidade - acaba por gerar as competições tributárias predatórias entre as unidades federativas conhecidas como guerras fiscais, que só trazem malefícios ao sistema, tais como o aumento dos custos para que se dê o cumprimento e a fiscalização das regras tributárias vigentes.

Por fim, a alta regressividade, advinda da predominância das receitas da tributação indireta em face da tributação sobre a renda no Brasil, é nímia ao ponto de comprometer a ideia de mínimo existencial, pois tem como resultado o sacrifício dos cidadãos de menor renda, que acabam sendo mais afetados pela carga tributária sobre o consumo e, conseqüentemente, culmina na perpetuação da alta regressividade do sistema tributário nacional.

¹¹⁹ OCDE. Organização para a Cooperação Econômica e Desenvolvimento. **Revenue Statistics in Latin America and the Caribbean 2021**. 1ª Edição. Paris: OECD Publishing, 2021, p. 181. Disponível em: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/96ce5287-en-es.pdf?expires=1620871859&id=id&accname=guest&checksum=5D609A109A06C33D156CB66F14B21A64>. Acesso em: 02 mai. 2021.

¹²⁰ *Ibidem*, p.181.

¹²¹ *Ibidem*, p.176.

4.1.2 Da Elevada Carga Tributária para os Contribuintes

Uma das métricas mais assertivas para analisar a carga tributária de um país consiste na comparação do total de receitas tributárias para com o seu Produto Interno Bruto (PIB). É justamente a partir desta métrica que é possível constatar quão elevada é a carga tributária no Brasil. Isso se deve ao fato de que, enquanto que, em 2019, a média da carga tributária bruta dos países na América Latina compunham, aproximadamente, 22,9% de seu PIB, a carga tributária bruta do Brasil alcançou o montante de 33,1% do PIB brasileiro para o ano de 2019¹²², uma diferença de quase dez pontos percentuais com outros países latino-americanos.

Existe o argumento de que, quando é levada em consideração a carga tributária líquida – consistente no valor total de todos os tributos (impostos, taxas e contribuições) que foram arrecadados pelo governo, já reduzidos do montante advindo de subsídios governamentais e transferências de caráter previdenciário e/ou assistencial – pode-se dizer que a carga tributária no Brasil não é tão alta assim, vide que enquanto a carga tributária bruta correspondeu a 32,5% do PIB em 2017, a carga tributária líquida equivalia a 14,4% do PIB, conforme dados da Secretaria de Política Econômica do Ministério da Fazenda¹²³.

A relevância do conceito de carga tributária líquida é pautada no fato de que a mesma acaba por desconsiderar da carga tributária a parcela de recursos advindos da arrecadação tributária nas quais o governo transfere de maneira direta para a sociedade, ou seja, com o retorno de parte do total de arrecadação para o contribuinte mediante programas de previdência social, educação e saúde.

Contudo, tal posicionamento é enfraquecido quando constatado que este retorno para a população acaba por não ser satisfatório para uma parcela considerável

¹²² OCDE. Organização para a Cooperação Econômica e Desenvolvimento. **Revenue Statistics in Latin America and the Caribbean 2021**. 1ª Edição. Paris: OECD Publishing, 2021, p. 171. Disponível em: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/96ce5287-en-es.pdf?expires=1620871859&id=id&accname=guest&checksum=5D609A109A06C33D156CB66F14B21A64>. Acesso em: 02 mai. 2021.

¹²³ SECRETARIA DE POLÍTICA ECONÔMICA. **Carga Tributária Líquida – 2017**. 03 dez. 2018. Apresentação de PowerPoint. Disponível em: <https://www.gov.br/fazenda/pt-br/centrais-de-conteudos/publicacoes/carga-tributaria-liquida/carga-tributaria-liquida/ctl-2017.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2021.

da população, acarretando que o peso da tributação venha a ser excessivo para as camadas mais desfavorecidas da sociedade¹²⁴.

Isto decorre da alta carga incidente sobre a tributação indireta, que é repassada ao consumidor por meio do preço final dos produtos, onerando de forma mais significativa a camada populacional de menor renda e também da forte incidência de encargos tributários sobre a folha de pagamentos do contribuinte brasileiro.

Desta forma, aliado à forte tributação sobre o consumo que existe no Brasil, a tributação sobre a folha de salários no Brasil, além de ser composta pela contribuição da previdência social, também abarca uma miríade de outros tributos, tais como o Salário Educação, as contribuições destinadas ao Sistema S, o Seguro de Acidentes do Trabalho e o FGTS¹²⁵.

Como consequência, a onerosidade demasiada sobre o salário efetivo do trabalhador brasileiro aliada à forte tributação sobre o consumo gera diversos efeitos negativos para a sociedade no âmbito econômico e trabalhista, tais como a redução do poder aquisitivo do cidadão, o aumento da informalidade das relações de trabalho e maior resistência para que a população tenha liberdade e capacidade financeira para realizar novos investimentos que possam movimentar a economia.

4.2. PROBLEMAS ADVINDOS DAS DEFICIÊNCIAS ESTRUTURAIS DO SISTEMA TRIBUTÁRIO BRASILEIRO

Como visto, as disfunções e distorções que compõem a própria estrutura do sistema tributário brasileiro, além de já serem um problema por si só, também culminaram, conseqüentemente, na geração de outros problemas que vieram a tornar todo o ordenamento jurídico-tributário brasileiro, incluindo a sua Administração Pública Tributária, em um sistema de alta complexidade, incerto, volátil, inseguro e ineficiente. Ademais, estes problemas vão de encontro frontal com as quatro máximas do sistema

¹²⁴ QUINTELA, Michel Barbosa. **Sistema Tributário Brasileiro e Suas Transformações no Período Recente**. Orientadora: Profa. Denise Lobato Gentil. 2017. 77f. TCC (Graduação) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/4821/1/Monografia_Michel_Barbosa_Quintela%20%281%29.PDF. Acesso em: 02 mai. 2021.

¹²⁵ ALBINO, Bianca Campos. **O Sistema Tributário Brasileiro e suas Perspectivas**. Orientador: José Carlos de Oliveira. 2014. 68 f. TCC (Graduação) – Curso de Ciências Econômicas, Faculdade de Economia Administração e Contabilidade, Universidade de Brasília, Brasília, 2014. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/10254/1/2014_BiancaCamposAlbino.pdf. Acesso em: 04 mai. 2021.

de tributação ideal de Adam Smith, trazendo apenas consequências negativas que afetam os contribuintes (especialmente as empresas), o Fisco e a sociedade como um todo.

4.2.1 Complexidade

A complexidade é o primeiro e principal problema proveniente das deficiências estruturais do sistema tributário brasileiro, característica essa que é uma consequência lógica da própria estruturação da legislação tributária e do próprio funcionamento e operacionalização da administração e gestão tributária.

Uma nítida evidência do reconhecimento da complexidade da estrutura e funcionamento do sistema tributário brasileiro é quando há a comparação com outros sistemas tributários ao redor do mundo.

Em 2019, foi divulgado um estudo conjunto das universidades alemãs LMU Munich e Paderborn chamado “*Measuring Tax Complexity Across Countries: A Survey Study on MNCs*”, cujo objetivo consistiu em estabelecer métricas capazes de determinar e aferir com precisão a complexidade dos sistemas tributários de 100 diferentes países com um enfoque nos tributos diretos a serem recolhidos por empresas multinacionais situadas nestes países¹²⁶.

Essencialmente, para mensurar o grau de complexidade dos sistemas tributários em uma pontuação de 0 a 1, o estudo aplicou duas métricas: a complexidade da legislação tributária e suas regulamentações (*tax code complexity*)¹²⁷, que foram mensuradas com base em diversos fatores, tais como a tributação sobre ganhos de capital, dividendos, royalties, *transfer-pricing*, reestruturações societárias e tributações adicionais; e a complexidade da própria estrutura operacional do sistema tributário (*tax framework complexity*)¹²⁸, consistente nas dificuldades procedentes dos processos administrativos e legislativos inerentes ao sistema, tais como a criação de leis tributárias, o grau de dificuldade de litigar nas vias judiciais e administrativas, clareza quanto aos processos de pagamento dos

¹²⁶ HOPPE, Thomas; SCHANZ, Deborah; STURM, Susan, SURETH-SLOANE, Caren. *Measuring Tax Complexity Across Countries: A Survey Study on MNCs*. **TRR 266 Working Papers Series**, Viena – Áustria, n. 5, p. 1-88, out. 2019. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3469663. Acesso em: 11 mai. 2021.

¹²⁷ *Ibidem*, p.4.

¹²⁸ *Ibidem*, p.5.

tributos e preenchimento das obrigações fiscais acessórias e a eficiência e qualidade da auditoria fiscal realizada pelas autoridades fiscais.

O resultado da pesquisa constatou que o Brasil é, de fato, o sistema tributário mais complexo do mundo, logrando a maior pontuação do índice (0.53 de 1) dentre os 100 países analisados¹²⁹.

Ademais, a TMF Group, em seu “*The Global Business Complexity Index 2020*”, relatório anual que analisa a complexidade que empresas tem de estabelecer e realizar negócios em diferentes países do mundo, indicou que o principal fator de limitação na realização de negócios no Brasil era a complexidade da legislação tributária, marcada pelas dezenas de regimes tributários diferenciados e as diversas esferas de competência tributária no âmbito federal, estadual e municipal, colocando o Brasil como a segunda jurisdição mais complexa dentre 77 países analisados pelo relatório, ficando atrás apenas da Indonésia¹³⁰.

Se atendo a uma análise interna do ordenamento jurídico-tributário brasileiro, é possível chegar à conclusão de que o principal fator por tornar o sistema tributário brasileiro um regramento de alto grau de complexidade é a quantidade de normas tributárias que são produzidas, alteradas e revogadas em um curto lapso temporal no Brasil.

O Instituto Brasileiro de Planejamento e Tributação (IBPT) verificou em pesquisa que, nos primeiros 28 anos de vigência da Constituição Federal de 1988, abarcando o lapso temporal de 1988 até 2016, foram editadas 5.471.980 normas jurídicas no Brasil, sendo que 363.779 dessas normas editadas são de matéria tributária, correspondendo a 6,6% de todas as normas produzidas no Brasil em âmbito federal, municipal e estadual, culminando em uma média de 31 normas tributárias criadas por dia¹³¹.

4.2.2 Insegurança e Incerteza

¹²⁹ *Ibidem*, p.24.

¹³⁰ TMF Group. **Global Business Complexity Index 2020**. [S.I]: TMF Group, 2020, p.13. Disponível em: https://branden.biz/wp-content/uploads/2020/08/TMF-Group_Publication_GBCI-2020_0620.pdf. Acesso: 12 mai. 2021.

¹³¹ AMARAL, Gilberto Luiz do; OLENIKE, João Eloi; AMARAL, Leticia M. Fernandes; YAZBEK, Cristiano Lisboa. Quantidade De Normas Editadas No Brasil: 28 Anos Da Constituição Federal De 1988. **Instituto Brasileiro de Planejamento e Tributação**, Curitiba, [S.I], p.1-8, 2016. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/dl/estudo-ibpt-edicao-criacao-leis.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2021.

A vasta quantidade de normas editadas em matéria tributária é um fator crucial para o aumento da complexidade do ordenamento-jurídico tributário nacional. Contudo, além da miríade de normas tributárias, o Fisco e os contribuintes têm que navegar em um ambiente normativo volátil, em que apenas 6,9% das mais de trezentas mil normas tributárias editadas entre 1988 e 2016 permanecem em vigor¹³².

A volatilidade do ordenamento tributário aliada à complexidade e difícil interpretação da legislação tributária brasileira trazem apenas impactos negativos no tocante ao entendimento do sistema tributário brasileiro por seus principais agentes (Fisco e contribuintes) gerando uma enorme insegurança e incerteza.

Como consequência da falta de clareza nas diretrizes normativas advindas da legislação tributária, o que se observa é a possibilidade de diversas margens para interpretação a respeito da mesma norma e um aumento expressivo do contencioso tributário no Brasil, reflexo da qualidade do sistema tributário do país.

O alta grau de litigiosidade do sistema tributário brasileiro é fruto não somente da alta complexidade normativa e da divergência de entendimento de certas disposições legais entre Fisco e contribuinte, mas também da alta quantidade de obrigações acessórias existentes no país e da elevada carga tributária.

Uma reação a estes problemas é refletida no alto valor discutido no contencioso tributário brasileiro no tocante aos créditos tributários, tanto na esfera administrativa quanto na judicial. Em 2018, o montante de crédito tributário contencioso da União nas vias judiciais e administrativas (créditos tributários da Receita Federal do Brasil e da Procuradoria-Geral da Fazenda Nacional) foi de R\$3,4 trilhões, equivalente a 50,5% do PIB nacional no ano em questão¹³³. Expandindo o escopo para o rol de processos judiciais e administrativas no contencioso tributário discutidos nas três esferas da Federação, o montante de créditos tributários contenciosos atingiu o percentual de 73%¹³⁴ do PIB brasileiro para o ano de 2018 e 75% do PIB em 2019¹³⁵.

Por último e não menos importante, outro fator que serve como um facilitador para a geração de insegurança e incerteza às partes que compõem a relação tributária

¹³² *Ibidem*, p.5.

¹³³ ETCO. Instituto Brasileiro de Ética Concorrencial. **Desafios do Contencioso Tributário Brasileiro**. São Paulo, 2019, p.4. Disponível em: <https://www.etc.org.br/wp-content/uploads/Estudo-Desafios-do-Contencioso-Tributario-ETCO-EY.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2021.

¹³⁴ INSPER. **Contencioso Tributário no Brasil: Relatório 2020 – Ano de Referência 2019**. São Paulo, 2020, p. 2. Disponível em: https://www.insper.edu.br/wp-content/uploads/2021/01/Contencioso_tributario_relatorio2020_vf10.pdf. Acesso em: 20 mai. 2021.

¹³⁵ *Ibidem*, p. 7.

é a mora para que se dê a conclusão do julgamento de um processo tributário. No Brasil, somando as etapas judiciais e administrativas, um processo que compõe o contencioso tributário dura, em média, até a conclusão de seu julgamento, 18 anos e 11 meses¹³⁶.

Esta demora acaba por prolongar e agravar a nebulosidade no tocante às discussões relevantes suscitadas no âmbito tributário, tendo como exemplos recentes o enorme lapso temporal para que fossem firmadas as teses de inconstitucionalidade da inclusão do ICMS na base de cálculo do PIS e da Cofins (além da modulação de seus efeitos) e de ampliação do conceito de insumo para fins de PIS e Cofins com base nas premissas de relevância e essencialidade.

Por fim, não é nenhuma surpresa a conclusão de que a insegurança aliada à complexidade normativa que pairam sobre o sistema tributário nacional divergem por completo da premissa de certeza da teoria de tributação ótima.

4.2.3 Ineficiência do Fisco e do Contribuinte

Além do alto grau de complexidade e volatilidade normativa em razão da vasta quantidade de normas tributárias vigentes e da falta de diretrizes claras que geram um volume massivo de conflitos entre Fisco e contribuinte, a ineficiência do fisco e do contribuinte para o cumprimento de suas atividades na relação tributária também é mais um sério problema decorrente das deficiências estruturais do sistema tributário brasileiro.

A ineficiência por parte do contribuinte é constatada quando são observados dois fatores na operação de grandes empresas brasileiras: o tamanho de seus departamentos fiscais e legais, compostos por subdivisões e áreas de acordo com a espécie e natureza do tributo e, principalmente, pela quantidade de tempo e mão de obra demandados para que se dê a devida apuração e recolhimento dos tributos, adicionado ao cumprimento das mais obrigações fiscais acessórias, vide as obrigações fiscais acessórias do Sistema Público de Escrituração Digital (SPED), como a EFD ICMS IPI, a EFD Contribuições, ECF e ECD.

A grande demora e esforço que uma empresa situada no Brasil deve realizar para cumprir de forma adequada com todas as suas obrigações na relação tributária

¹³⁶ ETCO. Op cit., p. 12.

foi quantificada pelo Banco Mundial que, no relatório *Doing Business 2019*¹³⁷, constatou que, dentro de 190 países analisados, o Brasil fica na 184ª colocação no quesito de recolhimento e pagamento dos tributos. Isto se dá em razão do fato de que as empresas brasileiras levam, em média, 1.958 horas anuais apenas para realizarem a apuração e recolhimento de seus tributos, que compõem uma carga tributária equivalente a 65% dos lucros auferidos pela empresa contribuinte¹³⁸.

Por conseguinte, não é incorreto afirmar que, em razão da elevada quantidade de tempo e estrutura para adimplir com tais obrigações, as empresas acabam tendo diversos custos apenas para realizarem uma atividade essencialmente básica, que é o pagamento de impostos, ferindo de maneira contundente as premissas da teoria de tributação ótima de Adam Smith de conveniência do pagamento e de economia no recolhimento.

Sob a ótica da Administração Pública, apesar da alta capacidade de arrecadação tributária por parte do Fisco, a sua ineficiência se faz visível quando observa-se a demora para julgamento dos processos de matéria tributária na via administrativa aliada à falta de clareza e divergências quanto à interpretação e aplicação das normas tributárias no momento de fiscalização dos contribuintes. Desta forma, a ineficiência que parte da Administração Pública Tributária gera impactos diretos no desempenho das atividades econômicas dos contribuintes e, conseqüentemente, uma excessiva oneração da atividade e o fomento à desconfiança nutria pelos contribuintes quanto ao Fisco.

Em razão de todas as disfunções estruturais e problemas advindos dos mesmos, o grande desafio para o Fisco nos próximos anos será a garantia simultânea de uma arrecadação tributária máxima e da segurança jurídica necessária para um bom e eficiente funcionamento das atividades tributárias por parte dos contribuintes, favorecendo o ambiente de negócios no país.

Para que este cenário se concretize no sistema tributário brasileiro, deve o Fisco e contribuinte investir e acreditar no potencial das novas tecnologias emergentes como a *blockchain* e a inteligência artificial para possibilitar que o desempenho das

¹³⁷ THE WORLD BANK. **Doing Business 2019: Training for Reform**. Washington DC – EUA, 2019. Disponível em: <https://www.doingbusiness.org/en/reports/global-reports/doing-business-2019>. Acesso em: 13 mai. 2021.

¹³⁸ *Ibidem*, p. 159.

atividades e relações do sistema tributário ocorram de maneira leve, veloz, eficiente, transparente e consistente.

5. DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN

As últimas quatro décadas foram repletas de profundos avanços tecnológicos e de inúmeras mudanças culturais nas relações sociais e econômicas. A Internet foi uma tecnologia que atuou como vetor de uma série de transformações e novas tecnologias que se agregaram ao princípio da comunicação de dados universal. Como consequência lógica, uma miríade de transformações ocorreu nas relações financeiras, contratuais, sociais e econômicas e entre o Estado e o cidadão.

Somente na última década pôde-se observar o surgimento de novas tecnologias, tais como os grandes *Datacenters*, *Big Data*, IoT (*Internet of Things*), e *Cloud Computing*. Também nos últimos anos, novas plataformas, ferramentas/aplicativos e empresas baseados nestas tecnologias surgiram, dentre elas o Uber, Airbnb, Netflix, WhatsApp, Amazon e Spotify, que estão revolucionando as formas de prestação de serviço e até mesmo de relacionamento entre as pessoas.

Não menos importante, o Direito sempre teve a necessidade de regular as tecnologias existentes dentro de cada época. Portanto, torna-se válido ressaltar que, nas últimas décadas, as influências que o direito e a tecnologia exerceram entre si multiplicaram-se exponencialmente, gerando uma interdependência que acabou se tornando cada vez mais presente e infiltrada na nossa sociedade¹³⁹, ou seja, é nítido que a velocidade das transformações tecnológicas encontra-se em franca aceleração.

Isso é nitidamente perceptível ao vermos um processo de evolução contínuo que tem como marco zero a digitalização dos processos e informações e que, com a chegada dessa nova era da tecnologia, tornará possível a automação de tomada de decisões e até mesmo a incorporação de regras jurídicas em código de programação que, com a ajuda de plataformas e softwares, poderão executar autonomamente contratos e obrigações jurídicas além de aplicar as leis e garantir maior poder de fiscalização¹⁴⁰.

Todavia, toda essa revolução tecnológica ainda enfrenta dois fatores que são monumentais empecilhos para a sua plena aceitação e confiança.

¹³⁹ RIEDO, Marianna. **Blockchain, Smart Contracts and The Management of Unregistered IP Rights**. 18 de Dezembro de 2018. Disponível em: https://www.iusinitinere.it/blockchain-smart-contracts-and-the-management-of-unregistered-ip-rights-16344#_ftn. Acesso em: 23 jun. 2020.

¹⁴⁰ DE FILIPPI, Primavera; HASSAN, Samer. **Blockchain Technology As A Regulatory Technology: From Code Is Law To Law Is Code**. First Monday. 10 de novembro de 2016. Disponível em: <https://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/7113/5657>. Acesso em: 23 jun. 2020.

Estes dois itens são: (i) a necessidade de um intermediário para todas as transações, seja um portal, uma instituição bancária, uma empresa, etc.; e (ii) o grande problema relacionado à segurança e integridade dos dados e da informação. Mesmo com todo o avanço tecnológico, ainda existe uma missão de suma importância a ser cumprida, consistente na promoção da segurança e integridade das transações, pagamentos, negócios jurídicos e fluxo de dados realizados no mundo digital.

O aumento em larga escala da empregabilidade e atuação destas novas tecnologias, assim como o massivo volume de transações e fluxo de dados sendo constantemente produzidos por segundo - em tempo real e sem fronteiras geográficas - acabam exigindo uma ferramenta que possa promover maior rapidez, segurança, interoperabilidade, auditoria, flexibilidade e individualidade.

Estas demandas da sociedade, do sistema econômico e governamental tem o potencial de serem atendidas mediante o surgimento da tecnologia *blockchain*, que nada mais é do que um ecossistema distribuído e descentralizado que terá impactos e profundas implicações no plano social, econômico e, conseqüentemente, no âmbito jurídico e no funcionamento do Estado¹⁴¹.

5.1 CONCEITO E DEFINIÇÃO DE BLOCKCHAIN

Aplicando uma tradução literal para a língua pátria, a palavra *blockchain* significa “cadeia de blocos” e é uma tecnologia para uma nova geração de aplicações transacionais que estabelece confiança, prestação de contas e transparência enquanto simplifica de forma eficiente os processos de negócio. É um banco de dados distribuído, sendo praticamente invulnerável à falhas e adulterações, e as múltiplas utilidades descolam-se da tecnologia da criptomoeda *bitcoin* – para a qual foi criada.

Dentre as definições do que é a tecnologia *blockchain*, Manav Gupta define que a *blockchain* consiste em um livro-razão distribuído que tem como principal objetivo facilitar todo o processo de registro, identificação e localização das transações e operações envolvendo ativos – tangíveis e/ou intangíveis - e o cumprimento de obrigações ou contratos em uma rede descentralizada, visando a redução de risco e

¹⁴¹ GUPTA, Vinay. **The Promise of Blockchain Is a World Without Middlemen**. Harvard Business Review. 06 de Março de 2017. Disponível em: <https://hbr.org/2017/03/the-promise-of-blockchain-is-a-world-without-middlemen>. Acesso em: 23 jun. 2020.

dispêndios financeiros assim como a maior garantia de segurança e transparência para as partes envolvidas¹⁴².

Satoshi Nakamoto, criador da criptomoeda *bitcoin*, tem como concepção de que o *blockchain* é um sistema eletrônico que se baseia em provas criptografadas ao invés da “mera confiança”, permitindo com que duas partes ou mais realizem uma transação sem a necessidade de envolvimento de um intermediário (“*middleman*”)¹⁴³.

O *blockchain* é uma nova tecnologia que tem sido e será cada vez mais implementada por bancos, governos, empresas e até mesmo na Administração Pública Tributária (Fisco) e na rotina fiscal de contribuintes como “*distributed ledgers*” capazes de revolucionar a forma pela qual as informações e transações são armazenadas, registradas e processadas¹⁴⁴, buscando sempre maior velocidade e segurança aliada a baixos custos, menor ocorrência de erros e a eliminação de pontos focais e unificados de ataques e falhas.

Diante das definições acima, surge uma concepção pautada na ideia de que o modelo de solução tecnológica *blockchain* se assemelhasse em diversos aspectos com um “livro-razão”, ou seja, uma base de dados com entrada de diversos dados e transações, em que todas as informações imputadas e contidas na ferramenta são compartilhadas entre vários usuários, sendo que o processamento desta base de dados é feito em blocos, de tempos em tempos, criando um código de verificação a cada bloco processado.

Estes códigos de verificação são criados com base nos blocos processados anteriormente, fazendo com que o *blockchain* seja uma solução de alta confiabilidade, pois, uma vez adulterado um bloco, isso impactará em todos os demais blocos processados.

Por último e não menos importante, é necessário compreender que o *blockchain* não é apenas mais uma nova tecnologia, mas sim uma nova espécie de tecnologia que desafia outros softwares existentes, em razão do seu potencial de

¹⁴² GUPTA, Manav. **Blockchain For Dummies, IBM Limited Edition**. 1.ed. Hoboken – NJ; Editora John Wiley & Sons, Inc. 2017, p.3.

¹⁴³ NAKAMOTO, Satoshi. **Bitcoin: A Peer-To-Peer Electronic Cash System**. 31 de Outubro de 2008. Disponível em: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2020.

¹⁴⁴ TAPSCOTT, Don; TAPSCOTT, Alex. **Blockchain Revolution – How The Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business And The World**. 1.ed. New York – NY; Editora Penguin Random House LLC, 2016, p.23.

substituir ou complementar práticas existentes. Portanto, em essência, o *blockchain* é uma tecnologia que modifica outras¹⁴⁵.

5.2 BITCOIN E A ORIGEM DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN

É senso comum a crença de que *bitcoin* e *blockchain* são a mesma tecnologia. Isso deve ao fato de que a origem de ambas as tecnologias é a mesma e, apesar de estarem sempre inter-relacionadas, tratam-se de tecnologias distintas e que devem ser diferenciadas.

O *bitcoin* não é uma moeda em sua definição clássica, isso porque não foi emitido por nenhum reino ou Estado, tratando-se da primeira vez que o próprio povo “cunhou uma moeda”.

Seu nascimento foi em 31 de outubro de 2008, por Satoshi Nakamoto (conforme o MIT Technology Review, Satoshi Nakamoto nada mais é do que um pseudônimo, tendo por trás dele programadores misteriosos responsáveis pela criação¹⁴⁶) através da publicação de um *white paper* cujo título é (em tradução livre): “Bitcoin: o sistema de dinheiro eletrônico *peer-to-peer*”, cuja proposta é de um experimento tecnológico com um viés financeiro e bancário, que se daria mediante a criação de uma moeda totalmente digital, que não pudesse ser duplicada (ou gasta duas vezes), em um sistema descentralizado de confiança, ou seja, não exigiria uma entidade central para emitir o dinheiro e validar as transações¹⁴⁷.

O *bitcoin* é, portanto, um ativo financeiro que funciona como uma moeda digital, transacionado em uma rede descentralizada, utilizando um software de código de fonte aberto¹⁴⁸. Outra denominação comum para o *bitcoin* é ser uma criptomoeda, que é uma moeda protegida por criptografia.

Para se utilizar os *bitcoins*, é necessária a criação de carteiras virtuais (“*virtual wallets*”) através de softwares específicos para esta finalidade. Essas carteiras, por sua vez, são ligadas à rede *bitcoin* e, sempre que uma quantia de *bitcoins* é transferida

¹⁴⁵ MOUGAYAR, William. **Blockchain para negócios: Promessa, prática e aplicação da nova tecnologia da internet**. 1.ed. Rio de Janeiro – RJ; Editora Alta Books, 2017, p.10.

¹⁴⁶ KNIGHT, Will. **Will the Real Satoshi Nakamoto Help Fix Bitcoin?**. MIT Technology Review, 2 de Maio de 2016. Disponível em: <https://www.technologyreview.com/2016/05/02/160416/will-the-real-satoshi-nakamoto-help-fix-bitcoin/>. Acesso em: 24 jun. 2020.

¹⁴⁷ NAKAMOTO, Satoshi. **Bitcoin: A Peer-To-Peer Electronic Cash System**. 31 de Outubro de 2008. Disponível em: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2020.

¹⁴⁸ ULRICH, Fernando. **Bitcoin — A Moeda Na Era Digital**. 1. ed. São Paulo – SP; Instituto Ludwig von Mises Brasil, 2014, p.17.

entre as carteiras virtuais, a transação deve ser registrada em um bloco de transações que, quando devidamente validada por meio da mineração - que nada mais é do que um processo que se dá por meio de diversos computadores ao redor do mundo usando softwares para a resolução de problemas matemáticos - é ligado a uma corrente de blocos.

Esta corrente de blocos na qual todas as transações de bitcoins da história foram possíveis e podem ser registradas desde a sua primeira transação, em 2009, é a tecnologia *blockchain*.

Antes do desenvolvimento da tecnologia *blockchain*, os registros contábeis eram mantidos em bancos de dados centralizados e não públicos. As pessoas precisavam confiar na idoneidade do banco de dados para ter certeza de que não haveria nenhuma alteração nos registros (saldos e transações da conta).

Com o *blockchain*, os dados são distribuídos entre todos os participantes, com total transparência e descentralização. Torna-se, portanto, desnecessário confiar em uma terceira pessoa para que os dados contábeis sejam registrados corretamente e não haja perigo de fraudes.

Isto nos permite entender que toda a tecnologia de *bitcoin* e das outras criptomoedas existentes atualmente tem como fundamento basilar a tecnologia *blockchain*, que atua como um livro-razão universal, descentralizado e distribuído para as criptomoedas.

Uma analogia interessante é comparar a tecnologia *blockchain* a um sistema operacional como o Windows ou o MacOS, enquanto que o *bitcoin* é apenas uma dos inúmeros aplicativos que podem funcionar no sistema operacional¹⁴⁹.

A tecnologia *blockchain* fornece os meios essenciais e necessários para registrar e salvar todas as transações de *bitcoin*, assim como também é capaz de registrar e permitir a transação de qualquer tipo de ativos, seja este um ativo tangível, digital ou até mesmo intangível¹⁵⁰.

¹⁴⁹ GUPTA, Manav. **Blockchain For Dummies, IBM Limited Edition**. 1.ed. Hoboken – NJ; Editora John Wiley & Sons, Inc. 2017, p.6.

¹⁵⁰ *Ibidem*, p.6.

Portanto, o *blockchain* é a tecnologia motriz capaz de permitir a realização e o funcionamento adequado e idealizado de diversas outras tecnologias¹⁵¹, dentre elas as criptomoedas, como é o caso do Bitcoin¹⁵².

Dentre as outras tecnologias capazes de existir em razão da rede *blockchain*, temos os *smart contracts* ou contratos inteligentes, tecnologia esta capaz de transformar profundamente os meios pelos quais as relações contratuais, negócios jurídicos entre pessoas físicas e jurídicas e até mesmo o cumprimento de obrigações tributárias principais e acessórias poderão se dar no futuro próximo.

5.3 CARACTERÍSTICAS, FUNCIONALIDADES E VANTAGENS DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN

Resta evidente o fato de que a tecnologia *blockchain* não consiste apenas em uma mera rede de backup e registro de criptomoedas, contemplando e oferecendo inúmeras outras funcionalidades¹⁵³, que tornam o ambiente *blockchain* atrativo para os mais diversos setores econômicos, financeiros e de regulação e regulamentação, tanto na seara privada quanto na seara pública.

Doravante, torna-se necessário e de suma importância a devida elucidação das principais características e funcionalidades que regem a sua plataforma, assim como deve-se entender suas principais vantagens antes de ser entendida a sua estrutura e funcionamento.

5.3.1 Imutabilidade, incorruptibilidade e transparência

Uma das principais e mais relevantes características basilares da tecnologia *blockchain* é a sua imutabilidade.

A ideia de imutabilidade consiste em algo ou algum estado que não tem como ser mudado ou alterado, sendo este um recurso e característica da tecnologia

¹⁵¹ GUPTA, Vinay. **A Brief History of Blockchain**. Harvard Business Review, 28 de Fevereiro de 2017. Disponível em: <https://hbr.org/2017/02/a-brief-history-of-blockchain>. Acesso em: 24 jun. 2020.

¹⁵² GOYAL, Swati. **The History of Blockchain Technology: Must Know Timeline**. 101 Blockchains, 2018. Disponível em: <https://101blockchains.com/history-of-blockchain-timeline/>. Acesso em: 24 jun. 2020.

¹⁵³ LAMOUNIER, Lucas. **Conheça os 6 Pilares Que Sustentam a Blockchain!**. 101 Blockchains, 2019. Disponível em: <https://101blockchains.com/pt/caracteristicas-da-blockchain/>. Acesso em: 24 jun. 2020.

blockchain que assegura segurança da rede mediante seu estado constante de permanência e incapacidade de corrupção.

No âmbito civil, a imutabilidade do nome civil trata-se de um princípio de ordem pública, tendo como pressuposto que sua definitividade é de interesse para com toda a sociedade, consistindo e possuindo efeito constituinte de uma garantia segura e eficaz das relações de direitos e obrigações correlatas¹⁵⁴.

Em vez dos sistemas bancários, órgãos estatais e outros sistemas de armazenamento de dados, ao invés de depender de autoridades de controle de dados centralizadas, a tecnologia *blockchain* funciona por meio de uma coleção de nós, sendo que cada nó é dotado de uma réplica (código *hash*) de toda a rede, ou seja, sempre que ocorre a adição e validação de uma nova transação, esta transação há de gerar um novo bloco na rede.

Esse bloco contendo a transação só é inserido na rede quando há a sua validação e, quando a mesma é validada e, uma vez validada pelos usuários (evitando que ocorra corrupção), a transação é adicionada em caráter definitivo no registro da rede *blockchain*, reduzindo, consideravelmente, a possibilidade de alteração, edição, exclusão ou até mesmo a atualização da transação registrada, mitigando quase que por completo a possibilidade de corrompimento do bloco, assim como a de violação ou roubo de informações sensíveis.

O mais interessante desse sistema de códigos *hash* e nós além da validação pelos usuários da rede *blockchain* em cada uma das transações, permite com que todos os usuários ou somente os autorizados a acessar a rede – a depender de se tratar de um *blockchain* público ou privado – possam ter total transparência e acesso às informações contidas nos blocos, facilitando a sua auditabilidade e fiscalização, tendo potencial de utilização exponencial e escalável na área de pagamentos, empréstimos, eleições¹⁵⁵ e, inclusive, fiscalização pelo Fisco de informações referentes às obrigações tributárias prestadas e fornecidas pelo contribuinte¹⁵⁶.

¹⁵⁴ GAVIÃO, Fausto Carpegeani de Moura. **Do Princípio da Imutabilidade do Nome**. 19 de maio de 2009. Disponível em: <https://lfg.jusbrasil.com.br/noticias/1068463/do-principio-da-imutabilidade-do-nome-fausto-carpegeani-de-moura-gaviao>. Acesso em: 25 jun. 2020.

¹⁵⁵ TELHO, Pedro Paulo Mendonça. **Blockchain e Eleições: Fortalecimento Democrático**. Disponível em: <https://www.insper.edu.br/wpcontent/uploads/2018/09/PropostaTPedroPauloMendoncaTelho.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2020.

¹⁵⁶ ROSA, Felipe Calas; GRECCO, Marta Cristina Pelucio. **Blockchain E Smart Contracts Como Ferramentas De Gestão Na Tributação Da Prestação De Serviços Digitais**. *Advanced In Scientific And Applied Accounting (ASAA) Journal*, v.13, n.1, jan/abr 2020. Disponível em: <https://asaa.anpcont.org.br/index.php/asaa/article/view/631/pdf>. Acesso em: 25 jun. 2020.

5.3.2 Consenso

O conceito de consenso na rede *blockchain* se baseia em um processo de tomada de decisão para o grupo de nós ativos na rede. Dessa forma, os nós na rede são capazes de entrar em um consenso rapidamente sobre a validação e integridade ou não de um novo registro/bloco na rede *blockchain*. O consenso é de suma essencialidade para o correto funcionamento do sistema de registros do *blockchain*. Desta forma, chega-se à conclusão lógica de que este consenso entre os nós ativos e os usuários da rede precisam ser altamente confiáveis.

E o grande diferencial do *blockchain* é que a confiança não deve ocorrer entre seus usuários, mas sim nos algoritmos de consenso executados no núcleo da rede *blockchain*.

Destarte, visando garantir a integridade e validade de cada um dos blocos e das transações e dados adicionados nestes blocos na rede *blockchain*, é necessário que exista um algoritmo de consenso¹⁵⁷. O algoritmo de consenso permite com que a comunidade garanta que cada bloco adicionado é legítimo, além de prevenir que cada invasores comprometam a integridade dos blocos.

Em outras palavras, um mecanismo de consenso é um algoritmo que serve para criar um novo bloco num ambiente descentralizado de forma consensual entre os nós da rede P2P (“*peer-to-peer*”).

Desta maneira, conclui-se que as redes *blockchain* prosperam em razão dos algoritmos de consenso, que podem ser formuladas mediante diversas técnicas de arquiteturas de rede que serão exploradas mais adiante.

5.3.3 Tecnologia descentralizada e *peer-to-peer*

O conceito de uma rede descentralizada se baseia na ideia de que a mesma não é administrada ou controlada por apenas uma autoridade governamental ou pessoa, sendo administrada por um grupo de pessoas ou autoridades.

¹⁵⁷ SULTAN, Karim; RUHI, Umar; LAKHANI, Rubina. **Conceptualizing Blockchains: Characteristics & Applications**. 11th International Association for Development of the Information Society (IADIS) International Conference Systems, 2018, p.52. Disponível em: <http://www.iadisportal.org/digital-library/conceptualizing-blockchains-characteristics-applications>. Acesso em: 25 jun. 2020.

No caso da arquitetura da tecnologia *blockchain*, a mesma faz uso da estrutura de rede peer-to-peer (P2P), justamente em razão de ser uma tecnologia descentralizada, compartilhada com vários nós participando do processamento dos dados contidos nos blocos, distribuída e segura.

É denominada rede P2P, ou rede ponto a ponto, a estrutura de redes de computadores e internet em que não há um servidor definido para armazenamento e compartilhamento das informações, ou seja, todas as estações (computadores) que participam da estrutura exercem o papel de cliente e servidores¹⁵⁸. Sua principal função técnica é transmissão e compartilhamento de arquivos em grande escala de forma descentralizada, em que cada estação é denominada um nó da rede. Os dados existentes nesse nó podem ser compartilhados com outros vários nós conectados, sendo que cada nó possui uma parcela de responsabilidade pelos recursos de processamento e tráfego das informações. Dessa forma, todos os participantes são responsáveis por armazenar e manter a base de dados existente.

Trata-se de uma característica inerente à tecnologia *blockchain* de suma relevância, pois coloca o usuário em uma posição direta para ter controle sobre qualquer tipo de dados ou ativos armazenados nos blocos.

5.3.4 Distributed Ledger Technology (DLT)

Traduzindo para o português, *ledger* significa livro-razão que, de acordo com as ciências contábeis, trata-se de um sistema pelo qual se controla a movimentação ocorrida em uma conta¹⁵⁹, onde sua escrituração se dá por meio de livros ou fichas escrituradas de forma mecânica ou eletrônica. Os livros-razão são usados na contabilidade desde o Século XIII com a invenção da teoria das partilhas dobradas pelo Frade Luca Pacioli.

O que a tecnologia *blockchain* traz de inovação é o conceito de DLT (*Distributed Ledger Technology*), já que o *blockchain* é uma tecnologia consistente em um enorme razão distribuído e compartilhado¹⁶⁰, capaz de garantir a imutabilidade de todos os

¹⁵⁸ MEYER, Maximiliano. **O que é P2P e como ela funciona?**. Disponível em: <https://www.oficinadanet.com.br/post/14046-o-que-e-p2p-e-como-ela-funciona>. Acesso em: 25 jun. 2020.

¹⁵⁹ GOUVEIA, Nelson. **Contabilidade Básica**. 2ª Edição. São Paulo – SP; Editora Harbra, 2001, p.35.

¹⁶⁰ GUPTA, Manav. **Blockchain For Dummies, IBM Limited Edition**. 1.ed. Hoboken – NJ; Editora John Wiley & Sons, Inc. 2017, p.15.

registros de transações e blocos na rede, cujos blocos podem ser acessados e vistos pelos membros autorizados na rede *blockchain*. Graças à ideia de um *shared ledger* ou DLT, as transações e dados contidos nos blocos são registrados uma única vez, mitigando e eliminando quaisquer riscos de duplicações cadastrais.

Portanto, a tecnologia *blockchain*, por se tratar de uma tecnologia de razão distribuído (DLT), é capaz de oferecer uma solução segura e capaz de criar eficientemente um registro temporal altamente preciso de quaisquer atividades que ocorrem em sua rede.

Essa característica da rede *blockchain* é de suma importância e aplicabilidade em inúmeros processos financeiros/bancários¹⁶¹ e poderá ser até mesmo aplicada – caso haja a adoção do Fisco dessa tecnologia – no monitoramento e acompanhamento de recolhimentos dos tributos feitos pelo contribuinte, em razão do seu potencial de assegurar uma alternativa segura, digital, eficiente e menos custosa para atividades que, geralmente, consomem muito tempo quando realizadas analogicamente.

5.3.5 Segurança e criptografia

A descentralização da tecnologia *blockchain*, como já foi elucidado, garante um status de segurança ao *blockchain* e, conseqüentemente, às informações, dados e ativos que são transacionados na plataforma. Somado a este aspecto, uma nova camada de segurança é adicionada para o sistema *blockchain* por meio da criptografia.

O processo de encriptação, no âmbito da criptografia, consiste na transformação de uma informação original para uma informação ilegível e protegida em relação aos terceiros, com o intuito de garantir o envio de uma informação confidencial de forma mais segura¹⁶². Com um conceito mais tecnológico, pode-se dizer que a criptografia consiste em um algoritmo matemático de alta complexidade que age como uma barreira de proteção (*firewall*) contra possíveis ataques e invasões.

¹⁶¹ MEOLA, Andrew. **Distributed Ledger Technology & the Blockchain Explained**. Business Insider, 16 de Janeiro de 2020. Disponível em: <https://www.businessinsider.com/distributed-ledger-technology-blockchain>. Acesso em: 25 jun. 2020.

¹⁶² PINTO, Pedro. **Criptografia simétrica e assimétrica. Sabe a diferença?**. 07 de Dezembro de 2010. Disponível em: <https://pplware.sapo.pt/tutoriais/networking/criptografia-simetrica-e-assimetrica-sabe-a-diferenca/>. Acesso em: 25 jun. 2020.

Deste modo, a segurança no *blockchain* é reforçada em razão do fato de que todas as informações no *blockchain* são criptografadas com funções *hash*, ocultando a verdadeira natureza dos dados para indivíduos não autorizados ou que não possuem a identificação (ID) do *hash*, sendo que todos os blocos no livro de registro vêm com um *hash* exclusivo e contém o *hash* do bloco anterior.

Doravante, alterar ou tentar adulterar os dados significarão alterar todos os IDs de *hash*, o que é virtualmente impossível, dada a incapacidade de uma máquina de conseguir processar e quebrar a criptografia de todos os blocos da rede num curto espaço de tempo.

Portanto, na tecnologia *blockchain*, os blocos criados são selados e criptografados, se tornando imutáveis e incorruptíveis, criando um verdadeiro nível de robustez e segurança.

Dessa forma, o *blockchain* se torna altamente resistente a potenciais falhas, pois na hipótese de uma improvável falha no sistema, o *blockchain* continuará disponível, eliminando e identificando o ponto de falha.

Em suma, ao analisarmos os pilares e características essenciais da tecnologia *blockchain*, pode-se compreender que dentre suas principais vantagens figuram a total transparência, auditabilidade e rastreabilidade de qualquer transação existente na cadeia de blocos por meios de registros distribuídos e de caráter descentralizado, garantindo maior confiança, segurança, e velocidade às partes, que poderão gozar de níveis de automatização, flexibilidade, sustentabilidade e privacidade nunca antes vistos no atendimento de suas demandas¹⁶³.

5.4 ESTRUTURA E FUNCIONAMENTO DA REDE BLOCKCHAIN

A tecnologia *blockchain* tem como arcabouço e principais valores a segurança das operações realizadas, a descentralização do armazenamento dos dados, informações e transações que estejam contidos na rede, a integridade dos dados e a imutabilidade das transações.

¹⁶³ CERQUEIRA, Aurimar Harry; STELER, Fernando Wosniak. **Tudo o que você queria saber sobre blockchain e tinha receio de perguntar**. Computer World, 6 de Março de 2017. Disponível em: <https://computerworld.com.br/2017/03/06/tudo-o-que-voce-queria-saber-sobre-blockchain-e-tinha-receio-de-perguntar/>. Acesso em: 24 jun. 2020.

Desta forma, pode-se dizer que esta tecnologia nada mais é do que um livro-razão de fatos, pois não são apenas transações financeiras que podem ser armazenadas e registrados na rede *blockchain*, mas sim qualquer tipo de dados e fatos relacionados à acontecimentos no mundo real. Deste modo, o *blockchain* – atuando como um livro de registro digital – conterà uma ampla quantidade de fatos e informações, devidamente validados (e que tornam-se imutáveis após a validação), sendo que este conjunto de fatos acaba por formar os blocos protegidos e interligados por nós, gerando uma cadeia de blocos encadeados, ou seja, uma rede *blockchain*.

Destarte, é possível inferir que toda transação/operação que ocorre dentro da plataforma é protegida pelas tecnologias que compõem a plataforma, tecnologias estas que necessitam ser explanadas para o devido entendimento do funcionamento assim como o da própria estrutura da plataforma da plataforma.

Doravante, torna-se de suma importância e relevância uma adequada explicação de como a criptografia, as funções *hash* e as redes P2P – ou *peer-to-peer* – são tecnologias que formam a estrutura da rede *blockchain*, assim como o entendimento das técnicas de consenso e de mineração e a divisão das topologias de *blockchain* (estas últimas essenciais para explicar o funcionamento dos blocos na rede *blockchain*), os diferentes tipos de transações existentes na rede e, por fim, as topologias da rede *blockchain*.

5.4.1 Pilares do blockchain: criptografia, funções *hash* e redes P2P

Segundo Paar e Pelzl¹⁶⁴, criptografia consiste na ciência da escrita secreta com o objetivo final de esconder e ocultar o significado de uma mensagem. Desta forma, observa-se que a essência da criptografia não é de esconder a existência da mensagem, mas sim de esconder e proteger o significado da mensagem, mediante um processo conhecido como encriptação.

Portanto, a grande vantagem da criptografia é de que caso um inimigo/invasor resolva interceptar um dado, tal informação será incompreensível e impossível de

¹⁶⁴ PAAR, Christof; PELZL, Jan. **Understanding Cryptography: A Textbook for Students and Practitioners**. 1.ed. Heidelberg – Alemanha; Editora Springer, 2010, p.3.

interpretação, a não ser que o invasor possua ou saiba qual é o processo de encriptação, que pode se dar mediante transposição ou substituição¹⁶⁵.

Não obstante, é possível chegar à conclusão de que, por meio dos recursos criptográficos, torna-se possível a proteção de dados sigilosos, a garantia de que o tráfego de dados e informações na rede *blockchain* se dê de forma segura, assim como a manutenção e mantimento do status de sigilo das informações e dados contidos nos blocos.

Dentre os diversos métodos de criptografia existentes, a tecnologia *blockchain* faz uso da função *hash*, também conhecida como *hashing*. Em teoria, o *hash* é a transformação de uma grande quantidade de dados, por meio de um algoritmo matemático, em uma sequência de *bits*, representada em base hexadecimal, garantindo dessa forma a integridade da grande massa de dados, ou seja, é feito um cálculo matemático de uma grande base de dados e atribuído a essa base um número hexadecimal, que, se porventura, algum dado dessa base for adulterado, no momento do cálculo do *hash* haverá incompatibilidade, indicando que os dados foram, de fato, adulterados.

Em outras palavras, o *hash* se compara a uma espécie de dígito verificador, ou até mesmo a um algoritmo de controle, visando promover um mecanismo que assegura a autenticidade de uma informação ou até mesmo de uma grande massa de informações, garantindo a integridade e a autenticidade das respectivas informações e dados.

Na rede *blockchain*, a criptografia por *hashing* funciona como um algoritmo de consenso computacional que opera diante de qualquer tipo de dados (um documento, um vídeo, um tipo de arquivo, etc.) e tem como resultado a criação de uma sequência – chamada de *string* – de caracteres alfanuméricos que representam o exato conteúdo da informação original, só que devidamente criptografado para terceiros¹⁶⁶. Desta forma, mediante o *hash*, o conteúdo do arquivo original foi essencialmente codificado na rede *blockchain*, permitindo que o *blockchain* atue como um livro-razão capaz de registrar toda e qualquer transação¹⁶⁷.

¹⁶⁵ SINGH, Simon. **The Code Book: How To Make It, Break It, Hack It, Crack It**. 1.ed. New York – NY; Editora Delacorte Press, 2001, p.10.

¹⁶⁶ SWAN, Melanie. **Blockchain: Blueprint For A New Economy**. 1.ed. Sebastopol – CA; Editora O'Reilly Media Inc., 2015, p.37.

¹⁶⁷ *Ibidem*, *loc.cit.*

A ideia central por detrás da função de criptografia *hash* na rede *blockchain* é a de garantir a verificação e o atestado de integridade dos blocos da cadeia.

Dessa forma, a plataforma *blockchain* faz uso da função *hash* em cada bloco processado, sendo que todos os blocos processados e que serão processados são baseados no *hash* do bloco anterior e assim sucessivamente, permitindo com que a “cadeia de blocos” seja diretamente interligada, garantindo, assim, a total integridade de todas as transações ocorridas no *blockchain*, ou seja, se qualquer informação for adulterada em um bloco, irá denunciar o conflito com o *hash* do bloco e dos blocos antecessores e sucessores, criando um link entre blocos, e é justamente todo esse processamento em blocos que garante a confiabilidade do *blockchain*.

Por fim, a outra tecnologia que também é um pilar estrutural para a tecnologia *blockchain* é a rede P2P. As redes P2P ou *peer-to-peer* consiste em um aplicativo de arquitetura computacional distribuída que divide tarefas e atividades entre diferentes *peers*¹⁶⁸ (pessoas ou usuários), visando a transmissão e compartilhamento de dados e arquivos de maneira descentralizada.

Com a definição destas tecnologias pilares, pode-se compreender com clareza a estrutura dos blocos na rede *blockchain*. Todos os blocos que compõem a estrutura do *blockchain* são dotados de uma área destinada às transações/dados/informações que são feitas nele, assim como possuem outra área que é destina-se ao armazenamento do cabeçalho que, por sua vez, contém o *hash* do bloco anterior e a raiz da árvore de Merkle das transações presentes no bloco.

Em criptografia e ciência da computação, árvores de dispersão ou árvores de Merkle consistem em um tipo de estrutura de dados que possuem uma árvore de informações resumidas sobre um pedaço maior de dados, por exemplo, um arquivo, usado para verificar seu conteúdo, se tratando de um *hash* raiz de uma estrutura de dados¹⁶⁹.

Desta forma, eis que se forma a estrutura de uma rede *blockchain*: o Bloco 0 possuirá o seu próprio *hash* e as informações que foram registradas no mesmo (transações), enquanto que o Bloco 1, após ser validado, conterà além de suas

¹⁶⁸ XU, He; SHEN, Weiwei; LI, Peng; QIAN, Cong. **An Efficient RFID Reader Network Planning Strategy Based on P2P Computing**. Advances on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing, Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, Asan, v.1, n.1, p.383, nov.2016.

¹⁶⁹ PASSARELLA, Garry. **Merkle Trees And Their Use In Blockchain Transaction Validation**. Medium, 10 de Janeiro de 2019. Disponível em: <https://medium.com/@garry.passarella/merkle-trees-and-their-use-in-blockchain-transaction-validation-13eafdab6f82>. Acesso em: 27 nov. 2020.

próprias transações e dados, o *hash* do cabeçalho do bloco anterior e a raiz de Merkle do Bloco 0 e, por fim, o Bloco 2 possuirá as suas transações específicas – devidamente validadas - o *hash* do cabeçalho do Bloco 1 e a raiz de Merkle do Bloco 1.

Portanto, diante da essência de imutabilidade do *blockchain* e tendo em vista que parte da segurança *blockchain* se expressa e é garantida através do encadeamento dos blocos, para promover algum tipo de alteração, é necessário alterar todos os blocos que compõem a cadeia, tornando a rede *blockchain* uma tecnologia de registros de informações praticamente inviolável e de altíssimo nível de segurança.

5.4.2 Permissão: *blockchain* privado x *blockchain* público

O controle de acesso é o critério que distingue os dois tipos de topologias de estrutura da tecnologia *blockchain*. As redes *blockchains* podem ser privadas (*permissioned blockchains*) ou públicas (*permissionless blockchains*)¹⁷⁰.

As redes *blockchain* privadas consistem em plataformas fechadas, ou seja, atendem à demanda de um grupo. Desta forma, para participar do bloco, a pessoa – física ou jurídica - precisa ser convidado ou ter permissão para ter acesso a ele. Os *blockchains* privados consistem em plataformas que podem ser auditadas e controladas, desta forma mitigando de forma ainda mais eficiente possíveis riscos de segurança e vulnerabilidade.

No que concerne à atualização de blocos, por tratar-se de uma estrutura privada, é imensamente mais rápida e ágil, uma vez que existe um número limitado de participantes que concorrem ao fechamento e atualização dos blocos. Suas principais aplicações são voltadas a ambientes corporativos e fechados, possuindo nós conectados entre si, mas que não estão conectados à rede principal¹⁷¹.

Ademais, com a habilidade de poder restringir e controlar a entrada e participação dos usuários na rede *blockchain*, o *blockchain* privado fornece uma maior

¹⁷⁰ SINGHAL, Bikramaditya; DHAMEJA, Gautam; PANDA, Priyansu Sekhar. **Beginning Blockchain: A Beginner's Guide to Building Blockchain Solutions**. 1.ed. New York – NY; Editora Springer Science+Business Media, 2018, p.313.

¹⁷¹ *Ibidem*, p.314.

facilidade de *compliance* para com as leis de proteção de dados nos mais diversos ordenamentos jurídicos.

As redes *blockchain* públicas são plataformas abertas, ou seja, qualquer pessoa pode se tornar membro e armazenar, enviar e receber dados, após baixar o software compatível. Trata-se de uma estrutura completamente descentralizada, muito recomendada para transações e modelos de negócios tradicionais, dentro da mesma empresa ou promovendo a interligação de um grupo de empresas, todas estas controladas e auditadas.

De antemão, as redes públicas acabam sendo mais vulneráveis, conseqüentemente gerando maiores dificuldades na sua auditabilidade e controles de transações pois, pelo fato de serem públicas, nem todos os usuários são conhecidos entre si na base de dados.

Diante deste cenário, a atualização dos blocos nas redes *blockchain* públicas são mais lentas já que estas redes em blocos públicas consistem em uma plataforma com muitos integrantes e maior risco de vulnerabilidade. Suas principais aplicações são transações de criptomoedas.

5.4.3 Questão dos generais bizantinos, mecanismos de consenso e mineração

A camada (*layer*) de consenso é o arcabouço para todo o sistema *blockchain*, cujo propósito final do consenso é de fazer com que todos os nós da rede distribuída P2P concordem em um único estado consistente do livro razão¹⁷². Dada a importância do devido entendimento dos mecanismos de consenso existentes na rede *blockchain*, torna-se de suma importância a introdução à Questão dos Generais Bizantinos.

A Questão dos Generais Bizantinos, conhecida mundialmente como *Byzantine Generals Problem* (BGP) é uma metáfora amplamente utilizada e difundida nas áreas da Ciência da Computação, criada aproximadamente há 30 anos, visando explicar a questão de consenso entre redes distribuídas, como por exemplo a tecnologia *blockchain*.

Eis a metáfora: diversas divisões do exército do Império Bizantino se encontram acampadas nas montanhas que estão localizadas nos arredores de uma cidade,

¹⁷² SINGHAL, Bikramaditya; DHAMEJA, Gautam; PANDA, Priyansu Sekhar. **Beginning Blockchain: A Beginner's Guide to Building Blockchain Solutions**. 1.ed. New York – NY; Editora Springer Science+Business Media, 2018, p.22.

cidade esta que se situa no meio de um vale. Cada divisão é comandada por seu próprio general que, para não chamar a atenção das defesas da cidade, só podem se comunicar entre si por meio de um mensageiro.

Doravante, ao observarem o inimigo por um extensivo período, devem os generais bizantinos decidir em consenso sobre qual será o plano a ser seguido por todas as tropas. Contudo, alguns dos generais podem ser traidores, tendo como objetivo prevenir que os generais leais ao Império Bizantino consigam chegar em um acordo¹⁷³.

À vista disso, este dilema tem como síntese buscar uma forma de fazer com que todos os generais tomem a mesma ação, sendo que esta ação não deve ser a desejada pelos generais traidores.

Voltando para a lógica sistêmica da rede *blockchain* e das redes distribuídas, a Questão dos Generais Bizantinos se trata de uma forma de um sistema distribuído (rede *blockchain*) chegar a um consenso, garantindo todas as transações e registros decorrentes dentro dela.

Desta forma, os mecanismos de consenso existentes e operantes na plataforma *blockchain* são uma nova solução à Questão dos Generais Bizantinos, que visa atingir um consenso entre os usuários, o qual tal mecanismo de consenso nada mais é do que um algoritmo que serve para criar um novo bloco num ambiente descentralizado de forma consensual entre os nós da rede P2P¹⁷⁴.

Em razão do *blockchain* se tratar em uma plataforma P2P, em que todos os nós que participam do *blockchain* compartilham a mesma base de dados, quando há a efetuação de uma nova transação, a mesma deve ser validada e sincronizada com os demais nós participantes da estrutura.

Para que isso ocorra dentro da plataforma, torna-se necessária a eleição de um “líder”, ou seja, um dos nós que atualizará o “*ledger*” (base de dados/registro das transações). Destarte, o restante dos nós acompanham o líder. É plausível afirmar

¹⁷³ LAMPORT, Leslie; SHOSTAK, Robert; PEASE, Marshall. The Byzantine Generals Problem. **ACM Transactions on Programming Languages and Systems**, Menlo Park – CA, v.4, n.3, p. 382-401, jul. 1982. Disponível em: <https://lamport.azurewebsites.net/pubs/byz.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2020.

¹⁷⁴ ALIAGA, Yoshitomi Eduardo Maehara. Uma Comparação de Mecanismos de Consenso em Blockchains. **X Encontro de Alunos e Docentes do DCA/FEEC/UNICAMP (EADCA)**, Campinas, v.1, n.1, p. 1-4, out. 2017. Disponível em : http://www.fee.unicamp.br/sites/default/files/departamentos/dca/eadca/eadcax/trabalhos/artigo_20_Mecanismos_Consenso_Blockchains_Yoshitomi_Maehara_Prof_Marco_Aurelio.pdf. Acesso em: 28 jun. 2020.

que o algoritmo de consenso é um dos pilares da atualização *blockchain*, pois é ele que promoverá a decisão de quem será o “líder” para cadeia de blocos.

Em sua essência, o consenso é um processo de decisão em grupo que tem como objetivo alcançar a finalidade da transação na rede *blockchain*, se tratando do grande cerne e coração de todas as plataformas de *blockchain* existentes, responsável por trabalhar com outros componentes (tendo como exemplo a tecnologia de DLT, os protocolos de criptografia e de *hashing*, assim como as regras de negócio fundadas na rede P2P) tanto na transferência de qualquer ativo quanto no encadeamento de blocos no livro-razão distribuído que é a rede *blockchain*¹⁷⁵.

Desta forma, os participantes da rede *blockchain* fazem uso dos mecanismos de consenso, visando eliminar a necessidade de se apoiar unicamente em apenas uma autoridade central ou em terceiros para validar as transações e registros da plataforma¹⁷⁶. Os mecanismos de consenso sempre buscam assegurar a integridade, descentralização, confiabilidade, privacidade, autenticação de todas as informações e transações contidas nos blocos da cadeia, além de garantir a boa performance da rede.

É válido ressaltar que, no caso dos *blockchains* públicos, dado o imenso número de usuários, a performance dos mecanismos de consenso acaba sendo mais lenta do que num *blockchain* privado, culminando na demanda e exigência um grande poder computacional e de energia para rodar todos os algoritmos de consenso existentes na plataforma.

Dada a complexidade e diversidade das redes *blockchains*, cada rede *blockchain*, ao definir seu protocolo de negócios e operacional, escolherá o melhor mecanismo de consenso para os tipos de transações que serão validados na rede. Dentre os diversos mecanismos de consenso existentes, o mais famoso é o *proof of work*, ou PoW.

O PoW foi o primeiro mecanismo de consenso distribuído, criado justamente para tratar as questões de segurança e estrutura do Bitcoin por Satoshi Nakamoto¹⁷⁷, idealizador e criador da criptomoeda Bitcoin. Em redes *blockchain* públicas em que os

¹⁷⁵ ARUN, Jai Singh; CUOMO, Jerry; GAUR, Nitin. **Blockchain For Business: Discover How Blockchain Networks Are Transforming Companies, Driving Growth, and Creating New Business Models**. 1ª Edição. Londres – Inglaterra; Editora Pearson Education Inc., 2019, p. 52.

¹⁷⁶ *ibidem*, p.19.

¹⁷⁷ NAKAMOTO, Satoshi. **Bitcoin: A Peer-To-Peer Electronic Cash System**. 31 de Outubro de 2008. Disponível em: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>. Acesso em: 24 de junho de 2020.

usuários são anônimos, o consenso é realizado por meio do *proof of work*, que consiste em um mecanismo de consenso em que o nó visa solucionar um desafio matemático a fim de poder criar um novo bloco.

No mecanismo PoW, é lançado um enigma - que nada mais é do que um *hash* - para a rede *blockchain*. O *hash* é uma espécie de quebra-cabeça, e o computador que conseguir resolver a questão em menor tempo será eleito o líder da cadeia, sendo que este nó será responsável por enviar a atualização aos demais nós que se encontram conectados na plataforma *blockchain*. A este poder de processamento de resolver o enigma ou resolver o quebra-cabeça, dá-se o nome de mineração.

No caso particular do *Bitcoin*, que se utiliza da plataforma *blockchain*, o nó capaz de resolver a questão em menor tempo é eleito o líder da cadeia e recebe bitcoins de prêmio. Cabe salientar que muitas criptomoedas fazem uso deste mecanismo.

No âmbito da tecnologia *blockchain*, a mineração de dados consiste num processo de resolução de problemas matemáticos de *hashing* com o intuito de promover a verificação, validação e atualização de toda e qualquer espécie de transação contidas na estrutura *blockchain*, tendo como escopo final garantir o consenso das informações e dados inseridos na plataforma.

Portanto, a cada momento que uma transação é efetuada na rede *blockchain*, cabe aos mineradores (usuários da rede *blockchain*) a validarem se a referida transação é autêntica -, sendo que o bloco é atualizado a cada 10 minutos, ou seja, frequentemente e em um curto espaço de tempo, a corrente de blocos do *blockchain* é acrescida de novas transações, sendo que cada bloco processado é baseado no bloco anterior (*hash* de validação), formando assim a cadeia de blocos.

O modelo de *proof of work* é extremamente útil para uma rede *blockchain* pública, dada a imensidão de usuários na rede, que muitas vezes são anônimos, exigindo um enorme poder computacional e de energia elétrica para que seja gerado e alcançado o consenso¹⁷⁸, não sendo a ideia de mineração e *proof of work* viável em redes *blockchain* privadas e com usuários já conhecidos.

Neste último caso, recomenda-se a utilização de outro mecanismo de consenso, conhecido como *proof of stake*. No *proof of stake*, para que as transações

¹⁷⁸ GUPTA, Manav. **Blockchain For Dummies, IBM Limited Edition**. 1.ed. Hoboken – NJ; Editora John Wiley & Sons, Inc. 2017, p.17.

sejam validadas, os validadores deverão possuir uma certa porcentagem das informações (ativos, dados, etc) da rede *blockchain*. O mecanismo *proof of stake* - ou PoS – é capaz de providenciar maior proteção contra ataques maliciosos na rede *blockchain*, reduzindo incentivos de ataque, já que o agente malicioso deverá possuir uma alta porcentagem das informações para validar o bloco, aumentando o custo para gerar o ataque.

Sumariamente, o processo de funcionamento da tecnologia blockchain se dá mediante as seguintes etapas:

(i) transações, compostas por duas partes – emissor e receptor – que trocam informações/dados de qualquer tipo (dinheiro, contratos, pagamentos, registros, etc);

(ii) verificação, onde as transações são verificadas e convertidas em um registro seguro na plataforma *blockchain*, onde os nós da rede, mediante algoritmos de consenso, definem se a transação é válida;

(iii) estrutura do bloco, que é constituída por um código alfanumérico (*hash*), gerado a partir de um algoritmo, e por um cabeçalho do bloco;

(iv) validação, que é o momento em que os blocos criados são validados para integrarem a cadeia de blocos, ocorrendo neste momento a atuação dos mecanismos de consenso;

(v) mineração, que é a solução do enigma do código alfanumérico, visando autenticar a operação;

E, por fim, (vi) cadeia, que é quando o bloco contendo a transação é distribuído para os outros nós da rede após ter sido devidamente validado pelos mineiros, se anexa à cadeia de blocos, tornando a transação imutável e passível de auditoria.

5.5 SMART CONTRACTS

A tecnologia *blockchain* trouxe consigo uma variedade de outras propostas de aplicação, evoluindo nas mais diferentes direções, e a mais promissora dentre elas é chamada de *smart contract*, também conhecida como contratos inteligentes. Isso se deu em razão do fato de que, com o surgimento da tecnologia *blockchain*, foi permitido que, por meio de sua estrutura baseada em uma cadeia de blocos, fosse possível armazenar os códigos computacionais que dão origem aos *smart contracts*¹⁷⁹.

¹⁷⁹ GATTESCHI, Valentina; LAMBERTI, Fabrizio; DEMARTINI, Claudio; PRANTEDA; Chiara; SANTAMARIA, Victor. Blockchain and Smart Contracts for Insurance: Is the Technology Mature

Os *smart contracts* são oriundos da rede *blockchain*, podendo ser considerados como uma das múltiplas funcionalidades dessa tecnologia disruptiva que, por meio da mesma, proporcionam a redução significativa de custos de transação e a simplificação de contratos complexos, sendo possível afirmar que o contrato inteligente é um acordo entre as partes cuja execução é automática, sendo essa automação realizada por um código de computador que traduz um discurso legal em um programa executável¹⁸⁰.

Em outras palavras, um *smart contract* é uma expressão lógica em formato de código, este último capaz de estabelecer e executar – de forma autônoma - regras e normas (termos, condições, etc) através do armazenamento de dados, fatos, informações, associações entre dados e qualquer outro tipo de informação que venha a ser necessária para implementação de uma lógica contratual de forma similar e equivalente a um contrato físico comum¹⁸¹.

5.5.1 Origem dos Contratos Inteligentes

Em suma, contratos inteligentes se caracterizam como transações digitais desenhadas e programadas para executar certas tarefas ou obrigações, desde que algumas condições pré-definidas sejam devidamente cumpridas. É por meio de mecanismos de criptografia descentralizados da infraestrutura da tecnologia *blockchain* que se torna viável a execução da transação.

Contudo, apesar dos *smart contracts* consistirem em uma tecnologia disruptiva que se materializou em razão da tecnologia *blockchain*, sua origem é anterior à criação da rede blockchain por Satoshi Nakamoto.

A primeira idealização a respeito da tecnologia de *smart contracts* surgiu uma década anterior à primeira transação registrada na rede *blockchain*, através da publicação do artigo “*Formalizing and Securing Relationships on Public Networks*”, em 1997, pelo criptólogo, cientista da computação e advogado Nick Szabo.¹⁸²

Enough?. **Future Internet**, Basel, Suíça, v.10, n.20, p.1-16, fev.2018. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1999-5903/10/2/20>. Acesso em: 27 nov. 2020.

¹⁸⁰ RASKIN, Max. **The Law and Legality of Smart Contracts**. 2017. Disponível em: <https://georgetownlawtechreview.org/the-law-and-legality-of-smart-contracts/GLTR-04-2017/>. Acesso em: 14 nov. 2020.

¹⁸¹ MODI, Ritesh. **Solidity Programming Essentials: A Beginner’s Guide To Build Smart Contracts for Ethereum and Blockchain**. 1ª Edição. Birmingham - Reino Unido. Editora Packt Publishing, 2018, p. 82.

¹⁸² SZABO, Nick. Formalizing and Securing Relationships on Public Networks. **First Monday**, v. 2, n. 9, 1 Set. 1997. Disponível em: <https://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/548>. Acesso em: 27 nov. 2020.

De acordo com Szabo, o que permite a aplicação dos *smart contracts* é o fato de que inúmeras cláusulas contratuais e regras jurídicas podem ser incluídas e traduzidas para uma expressão lógica em linguagem de computação, permitindo que uma eventual quebra de contrato acabe por se tornar onerosa para uma das partes.

A ideia primordial de Szabo de *smart contracts* só se concretizou por meio da tecnologia DLT (*“Distributed Ledger Technology”*), permitindo com que os códigos referentes aos contratos inteligentes fossem escritos usando como arcabouço as redes de tecnologia DLT do *blockchain*. Os códigos dos *smart contracts* seriam executados automaticamente por nós (*“nodes”*) na rede, permitindo que todo e qualquer comando ou instrução possa ser executada por um computador, dentro do modelo de um contrato inteligente.

Visando exemplificar a noção do funcionamento de um *smart contract* comum, Szabo faz a comparação desta tecnologia à operação de compra e venda realizada usualmente por uma máquina de venda automática (*“vending machine”*).

Nesta situação, escolhido o objeto do negócio jurídico de compra e venda no *display* da máquina de venda, o comprador deposita as moedas e/ou cédulas referentes ao valor do produto – disposto no *display* – e a máquina, através de um sistema simples e eficiente, sem a existência e necessidade de um intermediário, verifica se o valor depositado é suficiente para concretizar o adimplemento do negócio jurídico. Ademais, nota-se que a falta de um intermediário ou vendedor físico é suprida através de mecanismos de segurança, tais como o cofre e um alarme, por exemplo.

Doravante, a partir deste exemplo comparativo, a ideia a ser extraída é que a utilização da tecnologia de contratos inteligentes é plenamente capaz de possibilitar que termos e condições – nos mais diversos níveis de complexidade - de um contrato pudessem ser executados de forma automática e instantânea.

Ou seja, a partir do momento em que há a escrita do em código das obrigações e condições referentes às partes envolvidas, culminando na formação do *smart contract*, a capacidade de execução autônoma e instantânea termina por remover da equação contratual a necessidade de um intermediário (*“middleman”*), permitindo a concretização de transações de ativos e, conseqüentemente, o cumprimento de diversas obrigações (pagamentos, recolhimentos de tributos, permutas, trocas, etc) dentro da rede *blockchain*, que garantirá a privacidade e segurança dos envolvidos no *smart contract*.

Logo, é admissível compreender que a grande vantagem oriunda da aplicação e utilização dos contratos inteligentes é a possibilidade de aumento do nível de segurança e eficiência das relações contratuais.

5.5.2 Ethereum e Solidity: Operacionalização dos Smart Contracts na Blockchain

A noção dos *smart contracts* permitiu com que houvesse uma extensão da funcionalidade inicial da tecnologia *blockchain*¹⁸³. Esta extensão se baseia no fato de que a utilização dos mecanismos de consenso da *blockchain* possa não só validar, mas também processar dados e transações, consolidando a execução de um programa (algoritmo consistente em um *smart contract*) em vez de apenas adicionar e registrar blocos de transações à cadeia.

Assim sendo, o algoritmo imbuído na rede *blockchain*, responsável por formar os *smart contracts*, verifica com suas estruturas condicionais se determinadas condições foram satisfeitas e, caso sim, ele automaticamente executa os termos estipulados no contrato. É por isso que os *smart contracts* permitem que as partes interessadas se comprometam previamente com os termos a serem executados sem, no entanto, depender de um intermediário ou “middleman” para fazer valer sua execução¹⁸⁴.

Doravante, torna-se possível criar acordos e negócios bilaterais ou plurilaterais de forma digital e com ações automatizáveis. Para que isto se concretize, é necessário traduzir as condições e ações a serem realizadas em uma linguagem de programação, tornando os contratos autoexecutáveis.

E com o estabelecimento de plataformas na rede *blockchain* que conseguem armazenar e executar efetivamente os *smart contracts*, foi possível tirar os *smart contracts* do plano teórico de Szabo para torna-los uma tecnologia concreta, com possibilidade real de aplicação no mundo real. Dentre estas plataformas de tecnologia

¹⁸³ DEMEYER, Maurice. **Blockchain Technology And Smart Contracts From A Financial Law Perspective - Blockchain Technology In Financial Transactions: Regulating A Revolution?**. Orientador: Prof. Dr. Michel Tison. 2018. 104 f. Master of Laws – Faculty of Law and Criminology, Ghent University, Ghent, 2018. Disponível em: <https://lib.ugent.be/en/catalog/rug01:002479332>. Acesso em: 28 nov. 2020.

¹⁸⁴ GULKER, Max. **Are Smart Contracts the Future of Fraud Prevention?**. AIER – American Institute for Economic Research, 7 de Novembro de 2017. Disponível em: <https://www.aier.org/article/are-smart-contracts-the-future-of-fraud-prevention/>. Acesso em: 28 nov. 2020.

DLT, a mais promissora e que vem sendo desenvolvida desde 2015 para comportar a criação e funcionamento de contratos inteligentes é a Ethereum.

Ethereum é um software consistente em uma plataforma descentralizada em código-aberto (“*open source*”) que, fazendo uso da tecnologia *blockchain*, é capaz de programar e executar *smart contracts* e outras aplicações, garantindo a mitigação de riscos de fraude, controle ou interferência de terceiros e usuários maliciosos.¹⁸⁵

A plataforma do Ethereum funciona como um computador distribuído, ou seja, cada nó na rede executa um código, chamado de *bytecode*, (ex: código de um *smart contract*) e armazena o resultado dessa execução em um bloco numa rede *blockchain*.

A intenção do Ethereum é de criar um protocolo alternativo via *blockchain* para a construção e criação de aplicações descentralizadas e contratos inteligentes, visando fornecer um rápido tempo de desenvolvimento aliado com segurança¹⁸⁶, permitindo com que os programadores estabeleçam e formatem, por linguagem de programação, as regras, condições, formatos de transações e termos aplicáveis para os *smart contracts* a serem desenvolvidos.

Contudo, para que o *smart contract* nasça, apenas a plataforma Ethereum não resta suficiente, já que o contrato inteligente necessita ser elaborado em uma linguagem de programação dentro do Ethereum. A linguagem mais utilizada na Ethereum é a linguagem de programação orientada a objetos conhecida como Solidity.

Uma linguagem de programação orientada a objetos é um modelo de programação que organiza e implementa seu modelo e estrutura de dados ao redor de um objeto, que é um campo de dados que possui atributos, características e um comportamento específico. Este processo se dá por meio da abstração, que nada mais é do que um processo de definição das características do objeto em diferentes níveis de hierarquia¹⁸⁷.

À vista disso, Solidity é uma linguagem de programação orientada a objetos utilizada na plataforma Ethereum que possibilita a implementação e criação de *smart*

¹⁸⁵ FRANKENFIELD, Jake; ANDERSON, Somer. **Ethereum**. Investopedia, 27 de Junho de 2020. Disponível em: <https://www.investopedia.com/terms/e/ethereum.asp>. Acesso em: 28 nov. 2020.

¹⁸⁶ ETHEREUM. **Ethereum Whitepaper**. Ethereum.Org, 9 de Outubro de 2020. Disponível em: <https://ethereum.org/en/whitepaper/>. Acesso em: 28 nov. 2020.

¹⁸⁷ BITTENCOURT, Marco L.; SILVA, Cláudio A. C.; FEIJOO, Raúl A.. Object-oriented Programming Applied to the Development of Structural Analysis and Optimization Software. **J. Braz. Soc. Mech. Sci.**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 3, p. 269-284, 2001. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-73862001000300002&lng=en&nrm=iso. Acesso em 28 nov. 2020.

*contracts*¹⁸⁸. O Ethereum, fazendo uso da tecnologia *blockchain*, permite com que a Solidity tenha sua funcionalidade estendida para escrever e executar os códigos que geram os *smart contracts*¹⁸⁹.

Entendido o que se trata a plataforma Ethereum e a linguagem de programação Solidity, é de suma importância compreender o processo de operacionalização e funcionamento de um *smart contract* na rede *blockchain*.

Inicialmente, o código do *smart contract* é programado em Solidity. Como o Ethereum não é capaz de absorver 100% da estrutura de código da Solidity, se utiliza um compilador de Solidity conhecido como Solc¹⁹⁰. Um compilador é um programa que lê uma linguagem de programação original (“*source language*”) e a traduz para um outro programa equivalente (“*target language*”)¹⁹¹. Desta forma, o Solc é capaz de traduzir completamente o Solidity para a plataforma Ethereum, gerando um código chamado de *bytecode*. Finalmente, uma vez compilado o *bytecode* referente ao contrato inteligente, o *smart contract* é implantado e executado em Ethereum, cujo resultado da execução do contrato é registrado em uma rede *blockchain* pelo Ethereum.

A partir do detalhamento deste procedimento, é possível notar uma propriedade relevante do *smart contract*: uma vez publicado, o contrato inteligente não pode ser alterado ou modificado, herdando esta característica de inalterabilidade do *blockchain*, tecnologia sobre a qual o *smart contract* existe. Ou seja, para que as condições sejam modificadas, o *smart contract* atual precisa ser abandonado para que um novo tome o seu lugar. Dessa maneira, há uma garantia de que o contrato será executado exatamente em conformidade com as condições estabelecidas em código, garantindo a segurança, eficiência e transparência da operação contratual, transação ou execução de uma obrigação para as partes envolvidas.

5.5.3 Terminologias da tecnologia *Smart Contract: Law is Code x Code is Code, Law is Law*

¹⁸⁸ MODI, Ritesh. **Solidity Programming Essentials: A Beginner’s Guide To Build Smart Contracts for Ethereum and Blockchain**. 1ª Edição. Birmingham - Reino Unido. Editora Packt Publishing, 2018, p. 143.

¹⁸⁹ *Ibidem*.

¹⁹⁰ *Ibidem*.

¹⁹¹ AHO, Alfred V.; LAM, Monica S.; SETHI, Ravi; ULLMAN, Jeffrey D. **Compilers: Principles, Techniques, & Tools**. 2ª Edição. Boston – MA; Editora Pearson Education Inc., 2007, p.1.

Por consequência lógica, a tecnologia *blockchain*, através da funcionalidade dos *smart contracts*, se tornou tópico de amplas discussões, nos últimos anos, no âmbito jurídico, apresentando uma alternativa em potencial revolucionária, capaz de modular contratos e de executar obrigações de forma mais célere, segura e eficiente, além de satisfazer os diversos interesses dos agente econômicos, seja no setor público (contratos administrativos, termos de ajuste de conduta, obrigações tributárias principais) ou no setor privado (contratos de seguro, contratos de hipoteca, operações de compra e venda periódicas, etc).

Neste diapasão, é relevante estabelecermos uma linha divisória que, apesar de tênue, é de suma relevância para melhor compreensão do que são os *smart contracts*, já que os mesmos, apesar de sua terminologia, nem sempre serão necessariamente contratos, de acordo com o sentido jurídico do vocábulo.

Esta discussão é bem explorada na doutrina estrangeira¹⁹², que enxerga duas possibilidades para como a terminologia *smart contracts* deve ser abordada.

A primeira abordagem da terminologia *smart contract* é pautada com base na expressão “*code is law*”¹⁹³, ou seja, o código tem a força de uma lei no universo virtual e nas ciências da computação. A abordagem “*code is law*” consiste em uma visão mais apegada ao campo das ciências da computação, com um menor apreço à questão jurídica, partindo do pressuposto de que todo e qualquer código de *smart contract* consistirá em um acordo cuja execução não é só automatizada, mas também gerará força vinculante legal, como se lei fosse.

Desta forma, a abordagem “*code is law*” define os *smart contracts* como um acordo que é tanto automatizado por computador quanto é executável com efeitos legais, seja pelo método tradicional ou pelo método não-tradicional.¹⁹⁴

O método tradicional consiste na força vinculante oriunda dos direitos e obrigações legais codificados e traduzidos nos *smart contracts*¹⁹⁵, cuja execução de tais direitos e obrigações pode ser arguida em juízo.

¹⁹² DEMEYER, Maurice. **Blockchain Technology And Smart Contracts From A Financial Law Perspective - Blockchain Technology In Financial Transactions: Regulating A Revolution?**. Orientador: Prof. Dr. Michel Tison. 2018. 104 f. Master of Laws – Faculty of Law and Criminology, Ghent University, Ghent, 2018. Disponível em: <https://lib.ugent.be/en/catalog/rug01:002479332>. Acesso em: 28 nov. 2020.

¹⁹³ LESSIG, Lawrence. **Code and Other Laws of Cyberspace**. 2ª Edição. New York – NY. Editora Basic Books, 2006, p. 5.

¹⁹⁴ CLACK, Christopher D.; BAKSHI, Vikram A.; BRAINE, Lee. Smart Contract Templates: Foundations, Design Landscape and Research Directions. **arXiv.org**, Cornell University, 1608.00771, ago. 2016/mar. 2017. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/1608.00771.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2020.

¹⁹⁵ *Ibidem*.

Por outro lado, a execução pelo chamado método não-tradicional se dará através da execução do *smart contract* à prova de violação (“*tamper-proof execution*”) garantida pela rede *blockchain*, pautado na assertiva de que, quando o *smart contract* for perfeitamente programado e implementado, qualquer possibilidade de falha ou erro na execução será impossível¹⁹⁶. A premissa base da vertente do “*code is law*” é que, ao implementar o *smart contract* em uma tecnologia DLT como o *blockchain*, este *smart contract* não precisará operar sob a sombra da lei, pois o próprio código é a lei.

A outra abordagem em relação à terminologia dos *smart contracts* é conhecida como “*code is code, law is law*”¹⁹⁷, se tratando de uma abordagem mais atrelada às ciências jurídicas. Esta abordagem abarca a ideia de que existem duas categorias distintas dentro do termo *smart contracts*, tornando-se necessária a existência de um discernimento entre os códigos que permitem a tradução de obrigações e direitos executáveis, atuando como um equivalente a um contrato jurídico (“*smart legal contracts*”) e, no outro lado, a ferramenta tecnológica que permite a execução parcial ou total de uma operação lógica expressa em código (“*smart contract code*”).

Um *smart contract code* tem como principal requisito o fato de que a operação expressa no código, quando cumpridas as pré-condições embutidas no mesmo, seja executada com sucesso e de forma precisa, respeitando um tempo razoável e eficiente¹⁹⁸.

Doravante, se a plataforma de execução do *smart contract code* (Ex: a plataforma Ethereum através do blockchain) tenha total controle das operações a serem executadas por este *smart contract code*, é esperado que o mesmo seja executado sem qualquer tipo de problema. Portanto, é compreensível definir que um *smart contract code* não é, necessariamente, um contrato jurídico, não possuindo características idênticas ao último.

Dar a este código a alcunha de “contrato” serve como uma forma de demonstrar que este código realiza uma operação de importância ou valor semelhante às operações e negócios celebrados contratualmente¹⁹⁹, tendo como exemplo de *smart contract codes* um código capaz de realizar uma mera transação financeira

¹⁹⁶ *Ibidem*.

¹⁹⁷ JACCARD, Gabriel Olivier Benjamin. Smart Contracts and The Role of Law. **Jusletter IT**, Weblaw – Suíça, v. 23 nov. 2017, p.1-25, nov. 2017. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3099885. Acesso em: 29 nov. 2020.

¹⁹⁸ CLACK, Christopher D.; BAKSHI, Vikram A.; BRAINE, Lee. *Op cit*.

¹⁹⁹ STARK, Josh. Making Sense of Blockchain Smart Contracts. **Coin Desk**, 7 de Junho de 2016. Disponível em: <https://www.coindesk.com/making-sense-smart-contracts>. Acesso em: 29 nov. 2020.

(transferências bancárias, recolhimentos de tributos, pagamento de boletos, etc.), um código que gera um aplicativo de governança que controla permissões e acesso de um usuário na rede ou até mesmo um algoritmo que executa o comando de entrega de um item físico de uma loja logo após a realização do pagamento pelo comprador.

Por outro lado, os *smart legal contracts* são entendidos como os códigos de programação que contém uma sequência de expressões lógicas plenamente capazes de reproduzir um comportamento de um contrato jurídico sob o prisma do ordenamento jurídico²⁰⁰, ou seja, são como uma evolução de um *smart contract code*, pois incorporaram em seu algoritmo uma linguagem jurídica tradicional²⁰¹.

Por conseguinte, é lógico concluir que, quando comparado com os *smart contract codes*, os *smart legal contracts* são eivados de uma complexidade consideravelmente maior. Isto se dá em razão do fato de que os contratos inteligentes legais devem estar apto a executar, de maneira automatizada e instantânea, uma prosa jurídica complexa, sensível a um contexto específico, que abarca um número considerável de direitos e obrigações aplicáveis às partes envolvidas no negócio jurídico, indo muito além de um simples comando lógico booleano de que “se X, então Y”.

5.5.4 Smart Contracts x Contratos Jurídicos

Incorporando o embate dessas duas abordagens de entendimento dos *smart contracts* para o ordenamento jurídico pátrio, é de suma importância entendermos como os *smart contracts* podem se comportar no direito brasileiro, seja como contratos *strictu sensu*, seja apenas como meios de execução de obrigações e contratos.

Na esfera jurídica, a acepção doutrinária de contrato, firmada por Orlando Gomes²⁰², consiste na ideia de que o contrato é o negócio jurídico bilateral, ou plurilateral, que sujeita as partes à observância de conduta idônea à satisfação dos interesses que regularam.

²⁰⁰ JACCARD, Gabriel Olivier Benjamin. Smart Contracts and The Role of Law. **Jusletter IT**, Weblaw – Suíça, v. 23 nov. 2017, p.1-25, nov. 2017. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3099885. Acesso em: 29 nov. 2020.

²⁰¹ STARK, Josh. Making Sense of Blockchain Smart Contracts. **Coin Desk**, 7 de Junho de 2016. Disponível em: <https://www.coindesk.com/making-sense-smart-contracts>. Acesso em: 29 nov. 2020.

²⁰² GOMES, Orlando. **Contratos**. 26ª Edição. Rio de Janeiro. Editora Forense, 2009, p.11.

Outrossim, a jurisprudência reforça este conceito²⁰³, entendendo o contrato como uma manifestação de vontades entre dois ou mais agentes, que pode ser definido como acordo feito com base na livre vontade das partes e na autorização jurídica, capaz de criar, regular, modificar ou extinguir relações jurídicas de conteúdo patrimonial.

Dado os conceitos de contratos e *smart contracts*, é compreensível a utilização da analogia do termo contrato/*contract* para indicar uma transação entre duas ou mais partes.

Contudo, é válido ressaltar que, em alguns casos previstos em lei, o contrato como instrumento jurídico pode ser considerado solene²⁰⁴, ou seja, trata-se de um negócio jurídico que se encontra sujeito a uma forma especial prevista em lei, significando que os contratos inteligentes não poderão substituir os contratos solenes em razão da forma.

Por outro lado, o Código Civil Brasileiro de 2002, em seu Artigo 425, *Caput*, dispõe que as partes tem o direito de estipular e celebrar contratos atípicos²⁰⁵, desde que o instrumento contratual esteja adequado com os requisitos de validade²⁰⁶ dispostos nos Incisos I a III do Artigo 104 do *Codex Civilis* Pátrio (agente capaz, forma prescrita ou não defesa em lei e objeto lícito, determinado ou determinável, e possível), abrindo espaço para o entendimento dos *smart contracts* como uma relação jurídica contratual.

Todavia, uma relação jurídica contratual é resultante de um processo sequencial de atos desenvolvidas em etapas pré-contratuais, contratuais e pós-contratuais²⁰⁷, abarcando as negociações preliminares, proposta, aceite, elaboração, celebração do contrato e, finalmente, a sua execução.

Apesar de que um *smart contract* consiga abarcar boa parte destes atos que compõem uma relação jurídica contratual, é de suma relevância a compreensão de que os contratos inteligentes, na verdade, não serão, em todas as situações, contratos

²⁰³ TRT. RECURSO ORDINÁRIO: RO: 29784 SP 029784/2012. Relator: Desembargador Helcio Dantas Lobo Junior. DJ: 27/04/2012. **JusBrasil**. Disponível em: <https://trt-15.jusbrasil.com.br/jurisprudencia/21587527/recurso-ordinario-ro-29784-sp-029784-2012-trt-15/inteiro-teor-110380082>. Acesso em: 27 nov. 2020.

²⁰⁴ MELLO, Marcus Bernardes de. **Teoria do Fato Jurídico: Plano da Existência**. 13ª Edição. São Paulo. Editora Saraiva, 2007, p.216.

²⁰⁵ BRASIL. **Código Civil Brasileiro**. Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002. Institui o **Código Civil**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/2002/L10406.htm. Acesso em: 27 nov. 2020.

²⁰⁶ *Ibidem*.

²⁰⁷ FARIAS, Cristiano Chaves de; ROSENVALD, Nelson. **Curso de Direito Civil v.4 – Contratos: Teoria Geral e Contratos em Espécie**. 8ª Edição. Salvador. Editora JusPodivm, 2018, p.80.

na acepção jurídica, visto o fato de que a grande maioria dos *smart contracts* refletem apenas a última fase do contrato, ou seja, a sua execução²⁰⁸, desde que os termos e condições acertados no contrato tenham sido devidamente traduzidos em código de programação (“*smart contract codes*”).

Em outras palavras, um contrato inteligente só constituirá um contrato jurídico se todos os termos e etapas do contrato estivessem constituídos na rede blockchain através de uma linguagem de programação (“*smart legal contracts*”).

Desta forma, pode-se concluir que nem todos os *smart contracts* são contratos, mas que as funcionalidades e características inerentes a esta tecnologia tem uma capacidade única de facilitar a execução de um contrato de direito privado e até mesmo de diversas outras obrigações que não são contratos, como a execução de multas administrativas ou de obrigações tributárias principais, por exemplo.

Por fim, em razão do fato dos contratos inteligentes serem um algoritmo expresso mediante uma linguagem de programação na rede *blockchain*, é nítido que esta tecnologia, capaz de executar termos e condições de forma autônoma e imediata, poderá trazer inúmeras vantagens não só para a execução de contratos, mas também o recolhimento de multas e tributos, dentre elas maior segurança, agilidade e economia, características essas estandartes da tecnologia *blockchain*.

²⁰⁸ MARTINS, Mauro; MARQUIAFAVE, Maristela; FEJES, Henriete; MORAES, Hélio. Smart Contracts: Nada Inteligentes e Não São Contratos!. **Direito Para Tecnologia**. 2018. Disponível em: <https://direitoparatecnologia.com.br/smart-contracts-nada-inteligentes-e-nao-sao-contratos/>. Acesso em: 27 nov. 2020.

6 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: NOÇÕES GERAIS E INTRODUTÓRIAS

A inteligência humana pode ser definida como o potencial biopsicológico de processar informações em dado ambiente com o intuito de resolver problemas e de criar produtos que possuam algum tipo de valor na sociedade²⁰⁹.

Em virtude da veloz evolução tecnológica das últimas duas décadas alinhada às necessidades da sociedade, o ato de lidar, analisar, prever e interpretar de forma precisa a massiva quantidade de dados disponíveis passou a ser indispensável para todo e qualquer segmento da sociedade contemporânea.

De acordo com artigo publicado no *World Economic Forum*, 44 zettabytes de dados serão gerados até o final de 2020²¹⁰. Neste diapasão, nunca foi tão urgente a necessidade do ser humano de desenvolver métodos para auxiliá-lo a compreender, prever e manipular uma gama de informações e dados de tamanha complexidade, visando solucionar problemas e atender às necessidades humanas.

Eis que surge como um desses métodos o campo científico da inteligência artificial, que pretende não apenas compreender problemas, mas também construir entidades inteligentes capazes de resolvê-los.

Portanto, em linhas gerais, a inteligência artificial, ou IA, é um campo da ciência que pretende, por meio de máquinas e programas, reproduzir e simular a inteligência humana e sua habilidade de raciocinar e de agir para alcançar um fim específico²¹¹, pautada no ideal de que a inteligência humana pode ser assimilada por um sistema computacional para realizar diversas tarefas, das mais simples até as mais complexas, mediante uma lógica de aprendizado e percepção.

A inteligência artificial pode ser relevante para qualquer setor, consistindo, de fato, em uma tecnologia de aplicabilidade universal²¹².

Os diferentes campos da inteligência artificial conseguem penetrar diversas áreas de conhecimento, como a filosofia, matemática, ciências da computação,

²⁰⁹ GARDNER, Howard Earl. **Intelligence Reframed: Multiple Intelligences for the 21st Century**. 1ª Edição. Nova Iorque: Basic Books, 2000, p.33.

²¹⁰ DESJARDINS, Jeff. How much data is generated each day?. **World Economic Forum**, 17 de Abril de 2019. Disponível em: <https://www.weforum.org/agenda/2019/04/how-much-data-is-generated-each-day-cf4bddf29f/>. Acesso em: 30 nov. 2020.

²¹¹ FRANKENFIELD, Jake; SCOTT, Gordon. Artificial Intelligence (AI). **Investopedia**, 13 de Março de 2020. Disponível em: <https://www.investopedia.com/terms/a/artificial-intelligence-ai.asp>. Acesso em: 30 nov. 2020.

²¹² RUSSELL, Stuart J.; NORVIG, Peter. **Artificial Intelligence: A Modern Approach**. 3ª Edição. New Jersey: Pearson Education Inc., 2010, p.1.

psicologia, mercado financeiro, entretenimento, planejamento estratégico das empresas, sistemas de logísticas, marketing, *customer relationship*, assistência média, educação e, inclusive, começando a adentrar o mundo jurídico e da administração pública.

Ou seja, onde houver inteligência humana sendo aplicada, é factível aplicar a IA para auxiliar o desenvolvimento e a evolução dos negócios e da sociedade.

6.1 DEFINIÇÕES DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Não existe apenas uma definição para o que é inteligência artificial, já que o campo de estudo da inteligência artificial abarca uma miríade de subáreas, tais como robótica, sistemas especialistas, processamento e reconhecimento de voz e imagem e, mais recentemente, *machine learning*, também conhecida como aprendizado de máquina.

Neste diapasão, os cientistas da computação Peter Norvig e Stuart Russell entendem que o conceito de inteligência artificial pode ser visto diante de duas vertentes: a vertente antropocêntrica (“human-centered”) e a vertente racionalista²¹³.

6.1.1 Conceito de IA para a vertente antropocêntrica

A vertente antropocêntrica parte da ideia de que a inteligência artificial deve ser vista como uma ciência empírica, focando principalmente em extensas observações sobre o comportamento (*acting humanly*) e a lógica de raciocínio humana (*thinking humanly*)²¹⁴.

Portanto, a IA sobre a visão antropocêntrica é pautada nos ideais de pensar e agir humanamente (“*act and think humanly*”)²¹⁵, consistindo na criação de sistemas e computadores com o objetivo de realizar a automação de atividades que exigem o uso da inteligência quando feitas por pessoas, tais como tomada de decisões, processamento de aprendizado e resolução de problemas.

²¹³ RUSSELL, Stuart J.; NORVIG, Peter. **Artificial Intelligence: A Modern Approach**. 3ª Edição. New Jersey: Pearson Education Inc., 2010, p.2.

²¹⁴ *Ibidem*.

²¹⁵ *Ibidem*.

O que pode garantir que um computador/sistema aja como um humano é o Teste de Turing, cujo nome foi dado em homenagem ao seu inventor, o cientista da computação britânico Alan Turing.

O teste é pautado na premissa de que um computador possuirá inteligência artificial se ele for capaz de simular/imitar o raciocínio de um ser humano²¹⁶. O Teste de Turing funciona da seguinte forma: um ser humano atua como o interrogador, enquanto que um segundo humano e o computador atuam como respondentes, estes últimos separados fisicamente do interrogador.

Durante a realização do teste, o interrogador faz diversas perguntas sobre determinado assunto. Após o término do questionário, o interrogador deve determinar qual dos respondentes era humano e qual era um computador.

Caso não seja possível realizar a diferenciação entre o respondente humano e o computador, o teste é bem sucedido e é comprovado que o computador agiu de maneira similar a de um humano.

No que tange à noção da IA “pensar humanamente” (*“thinking humanly”*), existe a premissa de que um computador raciocina como um humano a partir do momento que o mesmo executa – de forma bem sucedida - uma tarefa que requer inteligência humana²¹⁷.

Assim como existe o Teste de Turing para comprovar se o computador ou sistema é capaz de agir similar a um humano, para verificar se um programa ou sistema computacional “pensa” como um humano, podem ser utilizados diferentes métodos da ciência cognitiva.

A ciência cognitiva nada mais é do que um campo de estudo interdisciplinar que abarca áreas como a IA, neurociência, antropologia e filosofia, tendo um enfoque no estudo da mente e das noções de inteligência²¹⁸.

Se trata de um campo de estudo que cria conexões entre modelagens computacionais (modelos matemáticos aplicados e técnicas da computação focados na análise e compreensão de problemas complexos²¹⁹) da Inteligência Artificial e

²¹⁶ OPPY, Graham; DOWE, David. The Turing Test. **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**, 9 de Abril de 2003. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/turing-test/>. Acesso em: 01 dez. 2020.

²¹⁷ MUELLER, John Paul; MASSARON, Luca. **Artificial Intelligence For Dummies**. 1ª Edição. Hoboken – New Jersey: Editora John Wiley & Sons, Inc., 2018, p.12.

²¹⁸ THAGARD, Paul. Cognitive Science. **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**, 23 de Setembro de 1996. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/cognitive-science/>. Acesso em: 02 dez. 2020.

²¹⁹ TEIXEIRA, Hélio. Modelagem Computacional. **Hélio Teixeira Org**, 5 de Novembro de 2015. Disponível em: <http://www.helioteixeira.org/complexidade/modelagem-computacional/>. Acesso em: 02 dez. 2020.

técnicas de psicologia com o intuito de construir e testar abordagens a respeito de como funciona a mente humana.

Dentre as abordagens utilizadas pela ciência cognitiva para verificar se um computador ou sistema pensa como um humano e, conseqüentemente, é dotado ou não de inteligência artificial, as mais aplicadas são as técnicas de:

(i) amostragem psicológica, pautada na observação do comportamento humano de várias pessoas em determinada circunstância, com posterior inclusão dos padrões de comportamento em uma base de dados;

(ii) introspecção, consistente na detecção e documentação de técnicas e linha de raciocínio usadas por indivíduos específicos para alcançar certa meta ou finalidade;

(iii) neuroimagens, que nada mais é do que monitorar e, posteriormente, registrar em uma base de dados a atividade cerebral humana através de diversos exames e meios mecânicos, como ressonância magnética e tomografia.

6.1.2 Conceito de IA para a vertente racionalista

A vertente racionalista, quando comparada à vertente antropocêntrica, tem um viés mais teórico, consistindo em uma combinação entre a matemática e a engenharia.

Para a vertente racionalista, inteligência artificial consiste no estudo de programas e computadores capazes de executar faculdades mentais como a percepção e o raciocínio lógico. Em outras palavras, a vertente racionalista considera inteligência artificial todo e qualquer artefato que demonstre comportamento inteligente²²⁰ que possibilite ao mesmo pensar e agir racionalmente (*“think and act rationally”*).

Destarte, um computador que pensa racionalmente é aquele que realiza a incorporação de dados referentes a certos comportamentos e premissas lógicas, tendo tais premissas lógicas como linha de raciocínio, executando-os de forma metódica com o objetivo final de resolver problemas racionalmente.

Ademais, um computador que age racionalmente é aquele que, após assimilar dados referentes à linha de raciocínio e ações em determinadas condições e

²²⁰ NILSSON, Nils J. **Artificial Intelligence: A New Synthesis**. 1ª Edição. Burlington – Massachussets: Editora Morgan Kaufmann Publishers, 1998, p.2.

circunstâncias, decide qual ação será ineficiente ou eficiente para a resolução de um problema.

6.2 BREVE HISTÓRIA DA EVOLUÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A inteligência artificial como tecnologia e um campo de estudo da ciência foi concebida em 1956, no congresso *Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence* em 1956, no Dartmouth College²²¹. Neste lapso temporal de mais de 60 anos desde a sua criação, a inteligência artificial se desenvolveu exponencialmente.

Desta forma, é imprescindível a compreensão da evolução do campo tecnológico da inteligência artificial ao longo dos anos, que teve seu início com a noção teórica da IA clássica até, mais recentemente, a proeminência das tecnologias de IA sobre as técnicas de *machine learning* e *deep learning*, estas últimas que permitem a automação de diversas atividades, como a detecção de fraudes financeiras, diagnóstico de casos clínicos e, no mundo jurídico, automatizar atividades como leitura e elaboração de peças, identificar a probabilidade de sucesso em um ação com base na jurisprudência e até mesmo identificar padrões de teses doutrinárias e jurisprudenciais.

6.2.1 IA Clássica e Sistemas Especialistas

O surgimento de aplicações práticas da IA teve sua origem na IA Clássica, cujo grande objetivo consiste em trabalhar com sistemas baseados em conhecimento, também conhecidos como sistemas especialistas.

Um sistema especialista é aquele em que seu comportamento e tomada de decisões acaba por imitar a lógica de raciocínio e processo de tomada de decisões de um profissional especialista da área de atuação do sistema²²². Portanto, é cabível

²²¹ LEWIS, Tanya. A Brief History of Artificial Intelligence. **Live Science**, 4 de Dezembro de 2014. Disponível em: <https://www.livescience.com/49007-history-of-artificial-intelligence.html>. Acesso em: 02 dez. 2020.

²²² BRONAUT, A.; PINTO, J.O.P.; COLLAZOS, L. K.; LEITE, L.C.; GALOTTO JR., L.; GONÇALVES, A. M. M.; SANTINI JR., L.C.; OLIVEIRA, L. L.; RENNÓ, M. A. G.; SANTOS, N. M. S. Sistema Especialista para Auxílio na Tomada de Decisões para Recomposição em Tempo Real. **Anais do IV Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica**. Minas Gerais, p.1-9, 2007. Disponível em: <http://www.cgti.org.br/publicacoes/wp-content/uploads/2016/04/Sistema-Especialista-para-Auxilio-na-Tomada-de-Decisoes-para-Recomposicao-em-Tempo-Real.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2020.

afirmar que a grande vantagem de um sistema especialista é que ele armazena conhecimento de um ou mais especialistas e o torna disponível para uma grande quantidade de usuários, acarretando na perpetuação e propagação do conhecimento.

Esta prática surgiu no final da década de 60, na universidade de Stanford, com a criação do DENDRAL (um acrônimo para *Dendritic Algorithm*), o primeiro sistema de conhecimento intensivo bem-sucedido, que tinha a finalidade de inferir a estrutura molecular mediante informações fornecidas por um espectrômetro de massa²²³.

Como o sistema tinha de explorar uma vasta quantidade de possíveis estruturas para as medições de massa, seus autores consultaram especialistas de química analítica para escolher as mais prováveis estruturas de medição de massa.

Este pontapé inicial permitiu que os sistemas especialistas de inteligência artificial pudessem ser implementados em diversos cenários, como o diagnóstico de problemas, controle de processos e gerenciamento de decisões.

6.2.2 Computação Natural e as Redes Neurais Artificiais

Em paralelo à evolução da IA clássica, outras áreas começaram a surgir, dentre elas, a Computação Natural. A computação natural se baseia em um campo de pesquisa responsável pelo estudo de sistemas e modelos computacionais sob o qual seu processamento de dados e informações é inspirado por algum fenômeno da natureza.

Em outras palavras, a computação natural é quando um sistema computacional é desenvolvido com a intenção de obter ideias e processar informações através da inspiração e observação de mecanismo naturais e biológicos²²⁴.

A computação natural se caracteriza por uma aproximação entre a natureza e as ciências da computação. Assim como a natureza se transforma e produz resultados significativos, a computação natural visa observar esses processos biológicos e naturais para alcançar diversos objetivos, tais como o desenvolvimento de

²²³ FEIGENBAUM, Edward A.; BUCHANAN; Bruce G. DENDRAL and Meta-DENDRAL: Roots of Knowledge Systems and Expert System Applications. **Artificial Intelligence**, Stanford – CA, v.59, p.233-240, 1993. Disponível em: <https://stacks.stanford.edu/file/druid:pj337tr4694/pj337tr4694.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2020.

²²⁴ GOEDERT; Matheus L.; PAULA FILHO; Pedro L.; BLANCO; Daniel R. Computação Natural: Conceitos e Aplicações da Computação Inspirada na Natureza. **Revista Espacios**, v. 38, n. 34, p.31-47, fev./mar. 2017. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n34/a17v38n34p31.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2020.

ferramentas computacionais para a solução de problemas complexos demais para os sistemas especialistas e a projeção de dispositivos computacionais que são capazes de emular e simular sistemas naturais e biológicos.

As premissas da computação natural permitiram que processos biológicos, tais como o funcionamento do cérebro, órgão do corpo humano que faz uso da sinapse dos neurônios para processar informações e reconhecer padrões, fossem sintetizados e servissem de inspiração para o desenvolvimento de algoritmos como as redes neurais artificiais, também conhecidas como RNA.

As Redes Neurais Artificiais podem ser compreendidas como programas e sistemas computacionais modelados a partir do funcionamento do sistema nervoso humano²²⁵, que, assim como o cérebro, possuem a aptidão para obter conhecimento de forma empírica e, conseqüentemente, fazer uso deste conhecimento adquirido para a resolução de problemas.

As RNAs podem ser modeladas e concebidas tanto para o estudo da biologia humana (“*biologically oriented*”) quanto para a aplicação das premissas de computação natural por meio da RNA para problemas e situações reais (“*application-oriented*”)²²⁶.

A construção e modelagem de RNAs para fins científicos e biológicos consistem em detalhar minuciosamente o sistema nervoso humano e seu funcionamento, com o intuito de criar um sistema computacional de IA que consiga reproduzir os diferentes níveis de processamento de informação cerebral, visando uma melhor compreensão e entendimento do cérebro humano através de diversas simulações detalhadas.

Por outro lado, as redes neurais artificiais voltadas às aplicações no mundo real são mais afastadas das tecnicidades minuciosas dos sistemas biológicos, se baseando apenas na premissa básica da computação natural (inspiração em processos naturais, como o funcionamento do cérebro humano, no caso das RNAs). Estas redes neurais artificiais são orientadas para a resolução de problemas reais através da execução de diversas tarefas e comandos envolvendo análises preditivas, classificação e reconhecimento de padrões.

²²⁵ ROZENBERG, Grzegorz; BACK, Thomas; KOK, Joost N. **Prefácio para Handbook of Natural Computing**. 1ª Edição. Heidelberg – Alemanha: Editora Springer Berlin Heidelberg, 2012, p.5-25.

²²⁶ *Ibidem*.

6.3 MACHINE LEARNING, DEEP LEARNING E A AUTOMAÇÃO

De antemão, é relevante ressaltar que tanto os fundamentos e avanços da IA Clássica e dos sistemas especialistas quanto da computação natural e das redes neurais artificiais foram de importância fundamental para a formação de um dos campos mais promissores da inteligência artificial, que é o *machine learning*. Isso deve em razão do fato de que o *machine learning* surgiu dos sistemas baseados em conhecimento da IA Clássica, assim como o *deep learning*, que consiste em uma das técnicas de *machine learning*, tem forte correlação e tem como arcabouço estrutural as redes neurais artificiais.

O campo de *machine learning*, também conhecido como aprendizagem de máquina, tem suas origens a partir de uma carência no campo da inteligência que os sistemas especialistas não eram capazes de suprir.

Em razão de suas características, os sistemas especialistas são úteis em problemas de domínio bem delimitado com disponibilidade de especialistas, dos quais se possa extrair e construir uma base de conhecimento.

Em alguns problemas, no entanto, a extração do conhecimento de especialistas não é uma tarefa trivial, além do que se dispõe de uma grande quantidade de informações já tratadas pelos especialistas.

Um exemplo é a criação de um carro autônomo, que tem como objetivo navegar em uma cidade repleta de outros carros, obstáculos e pedestres.

Mesmo com uma base de dados fornecida por especialistas de trânsito e direção, não é possível prever todas as prováveis localizações de todos os objetos no ambiente, devendo o carro autônomo aprender a se movimentar considerando qualquer configuração de objetos.

Para isso, é necessário que os programadores da inteligência artificial por detrás do carro autônomo ensinem o sistema do veículo a se movimentar, inserindo em sua base de dados exemplos de como se comportar quando algum objeto atravessa a rua, de como virar o carro, frear, etc.

Nesses casos, a técnica de IA que pode ser aplicada com maior agilidade e que possibilite a geração de resultados mais satisfatórios é a técnica de *machine learning*.

Machine learning, também conhecido como aprendizado de máquina, se trata de um campo da IA consistente no conjunto de técnicas baseadas na aplicação de algoritmos que identificam padrões nas informações e geram modelos que resolvem

outros problemas baseados nos dados de entrada do sistema, imitando implicitamente o comportamento dos especialistas que tratam as informações.

Em outras palavras, o aprendizado de máquina parte da premissa de programar computadores com o escopo de otimizar os critérios de performance através do uso de experiências anteriores e bases de dados exemplificativas²²⁷.

O grande desafio e objetivo do *machine learning* é desenvolver sistemas capazes de aprender: por si mesmos, através de experiências e comportamentos passados; por meio de entrada de mapas de dados; e interagindo com o ambiente.

Tom Mitchell, um dos principais expoentes do *machine learning*, ao publicar o livro *Machine Learning* em 1997, definiu que aprendizado de máquina se dá em função de uma tarefa “T”, que é ensinada a um programa de computador – também chamado de modelo de aprendizado – por meio de exemplos e experiências “E”, sendo que tal aprendizado é mensurado pela performance “P”²²⁸.

A partir dessa definição, é possível inferir que, se a performance “P” do modelo de aprendizagem aumenta a partir do ensino de mais exemplos e experiências “E”, o programa de computador está aprendendo a tratar e executar a tarefa “T”. Doravante, quando se fala em *machine learning*, o que se objetiva é a identificação de padrões.

6.3.1 Etapas do Aprendizado Automático e Automação por *Machine Learning*

Para que o produto final do *machine learning* se concretize, ou seja, uma solução com o poder de executar uma tarefa de forma autônoma por meio do aprendizado automático, é necessário que, durante o seu desenvolvimento, algumas etapas sejam percorridas, que são: (i) seleção de dados; (ii) rotulação de dados; (iii) balanceamento de dados; (iv) extração dos atributos; (v) seleção dos atributos; (vi) treinamento do modelo; e (vii) avaliação da automação²²⁹.

Inicialmente, a primeira fase de desenvolvimento de uma solução em *machine learning* consiste na (i) coleta e seleção de dados. A seleção dos dados é uma tarefa essencial, já que quanto mais os dados selecionados representem o problema a ser

²²⁷ ALPAYDIN, Ethem. **Introduction to Machine Learning**. 2ª Edição. Cambridge – Massachusetts: The MIT Press, 2010, p.3.

²²⁸ MITCHELL, Tom T. **Machine Learning**. 1ª Edição. New York – NY: Editora McGraw-Hill Science/Engineering/Math, 1997, p.2.

²²⁹ KHAMIS, Alaa. The 7-Step Procedure of Machine Learning. **Towards Data Science**, 31 de Março de 2019. Disponível em: <https://towardsdatascience.com/the-7-step-procedure-of-machine-learning-c15c922e7300>. Acesso em: 04 dez. 2020.

solucionado, maiores serão as chances de produção de um modelo de aprendizado que será capaz de reagir positivamente a novos dados do problema. Ou seja, a quantidade e qualidade dos dados coletados ditarão o quão preciso será o modelo de aprendizado automático em desenvolvimento.

À título exemplificativo, quando é objetivado o desenvolvimento de uma inteligência artificial de aprendizado automático para a execução de uma tarefa “T” que antes era realizada manualmente, é primordial obter o máximo de dados (exemplos e experiências “E”) gerados pela realização manual da referida tarefa. Desta forma, tais dados possibilitarão um comportamento automático similar ao humano.

A fase de coleta de dados é seguida imediatamente pela etapa de (ii) rotulação de dados. A rotulação de dados nada mais é do que indicar, para cada exemplo de dados obtidos, qual é a resposta esperada – também conhecida como classe - após a execução da tarefa “T” pela solução de *machine learning*. Portanto, para cada exemplo, deve ser definida uma rotulação dos dados exemplificativos, ou seja, deve-se dizer qual será a classe/resposta esperada.

Posteriormente à rotulação de dados, deve ser realizado o (iii) balanceamento de dados, ou seja, balancear os dados com o intuito de evitar que o modelo de aprendizado da inteligência artificial realize apenas a predição das classes mais frequentes e, conseqüentemente, acabe por errar ou ignorar por completo a decisão e tarefa a ser tomada nas classes menos frequentes, afetando a sua performance. Essas técnicas de balanceamento podem se dar de duas técnicas, chamadas de *oversampling* e *undersampling*²³⁰.

No balanceamento de dados por *oversampling*, o intuito é de que ocorra uma seleção e obtenção de dados das classes/respostas esperadas minoritárias, visando equilibrar a proporção de tomada de ações da inteligência artificial.

Já no *undersampling*, o que ocorre é a dispensa de alguns conjuntos de dados e exemplos das classes majoritárias, com o intuito de sopesar a proporção das classes minoritárias. O balanceamento das classes é de suma importância em razão do fato de que, na grande maioria dos casos, são as classes minoritárias que consistem nos

²³⁰ BROWNLEE, Jason. Random Oversampling and Undersampling for Imbalanced Classification. **Machine Learning Mastery**, 15 de Janeiro de 2020. Disponível em: <https://machinelearningmastery.com/random-oversampling-and-undersampling-for-imbalanced-classification/>. Acesso em: 04 dez. 2020.

pontos de interesse e anomalia²³¹, vide no caso de uma IA capaz de detectar fraudes em transações financeiras (as fraudes, em regra, serão exceções e, conseqüentemente, constituirão a classe minoritária desta IA).

Com o devido balanceamento dos dados, há a etapa de (iv) extração de atributos. Os dados coletados e que alimentam a inteligência artificial têm o formato de uma tabela, ou seja, possuem colunas e linhas. Enquanto as linhas dão as informações dos dados, as colunas indicam as propriedades desses dados, sendo chamadas de atributos ou *features*²³².

Desta forma, a etapa de extração de atributos é de suma relevância, pois os atributos extraídos dos dados permitem que os algoritmos de aprendizado possam gerar modelos para prever as classes desejadas.

Em seguida, a (v) seleção de atributos ocorre com o intuito de filtrar e levar em consideração no modelo de aprendizado apenas os atributos que são, de fato, relevantes para a predição e tomada de decisões da inteligência artificial a ser desenvolvida.

Antes da etapa de treinamento do modelo, deve ocorrer a separação dos dados em dois conjuntos: um conjunto de treinamento, com o intuito de treinar o modelo; e um conjunto de teste, que será utilizado na etapa de avaliação para a geração das métricas.

Na (vi) etapa de treinamento, deve-se escolher o melhor algoritmo de aprendizado de acordo com os atributos, a quantidade e as classes dos dados. O treinamento do modelo de aprendizado se baseia na aplicação do algoritmo de treinamento nos dados (exemplos e experiências “E”), sendo que o algoritmo será responsável por encontrar e identificar um padrão para cada classe existente.

Por fim, como última etapa do *machine learning* de uma solução em IA, é necessário que ocorra a (vii) avaliação do modelo de aprendizado.

A etapa de avaliação permite que o modelo de aprendizado seja testado com o conjunto de dados de teste, ou seja, esta etapa permite com que seja analisado qual será a performance de dados do modelo de aprendizado com dados que nunca foram usados no treinamento e que, por conseguinte, não foram absorvidas e na solução,

²³¹ PYKES, Kurtis. Oversampling and Undersampling. **Towards Data Science**, 10 de Setembro de 2019. Disponível em: <https://towardsdatascience.com/oversampling-and-undersampling-5e2bbaf56dcf>. Acesso em: 04 dez. 2020.

²³² MULLER, Andreas C.; GUIDO, Sarah. **Introduction to Machine Learning with Python: A Guide for Data Scientists**. 1ª Edição. Sebastopol – California: Editora O’Reilly Media, Inc., 2017, p.4.

servindo como um teste para verificar o nível de performance da solução de *machine learning* em situações do mundo real.

Duas medidas de avaliação bastante utilizadas são as de precisão, consistente no quociente entre o número de acertos de predição sobre a quantidade de instâncias preditas pelo modelo, e a de cobertura, que se baseia no quociente entre o número de acertos sobre todas as predições esperadas pelo modelo.

A etapa de avaliação, assim como a aplicação do modelo de aprendizado em casos práticos são de suma importância para a identificação de possíveis melhorias no processo, visando alcançar a maior precisão, acurácia e cobertura possíveis da solução²³³.

6.3.2 Técnicas de Aprendizado Automático

Entendido o processo de desenvolvimento de uma solução de uma inteligência artificial pela técnica de *machine learning*, é plausível compreender que, na etapa de aprendizado, existem diversas formas pelas quais pode se dar o aprendizado automático, sendo elas as técnicas de aprendizado supervisionado e não supervisionado.

6.3.2.1 Aprendizado Supervisionado

O aprendizado supervisionado tem como objetivo construir um modelo de aprendizado com base nos conjuntos de dados de treinamento para que possa ser possível realizar predições e respostas precisas para novos conjuntos de dados que possuem as mesmas características dos dados de treinamento²³⁴.

Em outros termos, no aprendizado supervisionado, os dados de treinamento atuam como se fossem um instrutor do algoritmo de treinamento, indicando para cada exemplo a resposta esperada, sendo este processo conhecido como classificação. Ou seja, os dados são rotulados, tendo a indicação da resposta esperada, dada as características de cada exemplo do conjunto de dados.

²³³ ALPAYDIN, Ethem. **Introduction to Machine Learning**. 2ª Edição. Cambridge – Massachusetts: The MIT Press, 2010, p.420.

²³⁴ MULLER, Andreas C.; GUIDO, Sarah. **Introduction to Machine Learning with Python: A Guide for Data Scientists**. 1ª Edição. Sebastopol – California: Editora O'Reilly Media, Inc., 2017, p.26.

Desta forma, esta técnica permite que os algoritmos de *machine learning* possam automatizar processos de tomada de decisões com base em exemplos, pois os desenvolvedores da solução alimentam o algoritmo de aprendizado com um conjunto de dados de entrada (exemplos e experiências), além de estabelecer e parametrizar quais serão as respostas desejadas e esperadas.

Assim, com o aumento do nível de performance e com uma maior inserção e parametrização de dados de treinamento, o algoritmo de aprendizado passa a gerar respostas e tomar decisões para dados (experiências e exemplos) nunca antes vistos pelo algoritmo, sem qualquer apoio humano.

6.3.2.2 Aprendizado Não Supervisionado

Diferentemente do aprendizado supervisionado, a técnica de aprendizado não supervisionado não executa a etapa de rotulação dos dados no desenvolvimento da solução de *machine learning*.

Portanto, no aprendizado não supervisionado, não há um desenvolvedor como supervisor, existindo apenas os conjuntos de dados de entrada, devendo o algoritmo de aprendizado começar a formar padrões de respostas esperadas por si só, com base nos dados de entrada.

Destarte, a técnica de aprendizado não supervisionado consiste no desenvolvimento de um algoritmo de aprendizado que é alimentado com um conjunto de dados dotados de diversos atributos e características, devendo entender por conta própria quais são as propriedades e atributos relevantes deste conjunto de dados através de diversas tentativas de extração de informação e distribuição de dados, visando encontrar uma padronização e regularidades nos dados alimentados²³⁵.

Por não existir a classificação, ou seja, a definição e parametrização feita pelos desenvolvedores a respeito de quais serão as respostas esperadas a partir da entrada, o aprendizado não supervisionado torna-se mais difícil de ser avaliado.

Doravante, para garantir a precisão de um algoritmo de aprendizado não supervisionado, torna-se necessário a execução das tarefas de agrupamento e detecção de *outliers*.

²³⁵ GOODFELLOW, Ian; BENGIO, Yoshua; COURVILLE, Aaron. **Deep Learning**. 1ª Edição. Cambridge – Massachusetts: Editora The MIT Press, 2016, p.146.

A tarefa de agrupamento, também conhecida como *clustering*, consiste em dividir o conjunto de dados em grupos²³⁶, tendo como objetivo justamente identificar grupos nos exemplos (dados) segundo alguma métrica de similaridade dadas as características extraídas dos exemplos.

A partir do *clustering*, são identificados padrões nos diferentes grupos de dados, possibilitando que, para cada grupo, o algoritmo de aprendizado determine qual é a melhor decisão e resposta, além de localizar exemplos que destoam dos outros grupos de dados (“*outliers*”) e estabelecer uma resposta diferenciada para estes *outliers*.

6.3.3 *Deep Learning* e o uso das Redes Neurais

Apesar do conceito de redes neurais ter sido introduzido e estudado no campo científico desde a década de 40, pelo neurocientista Warren McCulloch e pelo matemático Walter Pitts²³⁷, a sua aplicação no campo prático pela inteligência artificial não se tornou durante boa parte do Século XX em razão do poder computacional da época. Com o aumento do poder computacional, as redes neurais artificiais emergiram e têm sido aplicadas em soluções de *machine learning* através da técnica de *deep learning*.

O *deep learning*, também conhecido como aprendizado profundo, é uma técnica de *machine learning* eficaz e precisa, que faz uso de grandes quantidades de dados não estruturados, ou seja, dados que não possuem o formato de uma tabela (colunas/atributos e linhas/entidades), tais como documentos textuais, imagens, áudios e vídeos.

Por se tratar de uma técnica de estudo e desenvolvimento de modelos que aprendem a realizar determinadas tarefas com dados não estruturados – dados estes que não conseguem ser tratados por soluções tradicionais de *machine learning*²³⁸ - algoritmos de RNA são utilizados no *deep learning* justamente por permitir que o aprendizado de padrões ocorra.

²³⁶ MULLER, Andreas C.; GUIDO, Sarah. **Introduction to Machine Learning with Python: A Guide for Data Scientists**. 1ª Edição. Sebastopol – California: Editora O’Reilly Media, Inc., 2017, p.168.

²³⁷ MCCULLOCH, W.S., PITTS, W. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. **Bulletin of Mathematical Biophysics**, v.5, p.115–133, 1943. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF02478259>. Acesso em: 05 dez. 2020.

²³⁸ GOODFELLOW, Ian; BENGIO, Yoshua; COURVILLE, Aaron. **Deep Learning**. 1ª Edição. Cambridge – Massachusetts: Editora The MIT Press, 2016, p.8.

Basicamente, uma rede neural artificial é composta por uma grande quantidade de “neurônios artificiais”, formalizados matematicamente. Assim como no funcionamento do cérebro no processamento de informações, em que um neurônio recebe nos dendritos e passa um impulso elétrico pelos axônios para outros neurônios, nas redes neurais artificiais, um algoritmo representando um neurônio artificial recebe a informação (um conjunto de dados, ou seja, exemplos e experiências) e pode passar ou não essas informações no contato com outros neurônios artificiais.

Desta forma, em soluções de aprendizado profundo, a formalização matemática do neurônio artificial se dá através da programação de um algoritmo, sendo que cada neurônio artificial possuirá um número determinado de entradas para receber o conjunto de dados, assim como cada uma das entradas do neurônio artificial é multiplicada (ponderada) por um peso.

Em seguida, há uma soma das entradas ponderadas e é aplicada uma função de ativação no algoritmo da solução de *deep learning*, que repassará a informação para outros neurônios artificiais.

O aprendizado em um modelo de inteligência artificial por *deep learning* ocorre por meio de um processo conhecido como *backpropagation*, que consiste no ajuste dos pesos das entradas dos neurônios artificiais²³⁹.

Nesse processo, os atributos dos conjuntos de dados são inseridos na rede e a resposta obtida pela rede é comparada à resposta esperada (no caso de um aprendizado supervisionado). Na hipótese da resposta esperada ser diferente da resposta predita, ocorre um ajuste dos pesos, visando que a rede neural artificial em *deep learning* prediga a resposta esperada com maior precisão e acurácia.

Em suma, ao se inspirar no processamento de dados feito pelo cérebro humano, quaisquer soluções que envolvam reconhecimento de voz, processamento de imagem, análise de comportamento e elaboração e sínteses de documentos textuais são aplicações factíveis de *deep learning*, permitindo que inúmeras tarefas repetitivas sejam executadas por soluções de inteligência artificial de forma automática, rápida, precisa, eficiente e em constante enriquecimento e melhora no aprendizado ao longo do tempo.

²³⁹GOODFELLOW, Ian; BENGIO, Yoshua; COURVILLE, Aaron. **Deep Learning**. 1ª Edição. Cambridge – Massachusetts: Editora The MIT Press, 2016, p.221.

7 O BLOCKCHAIN E A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO INSTRUMENTO DE MELHORIA DAS ATIVIDADES TRIBUTÁRIAS E SEUS OBSTÁCULOS

Ao se falar em revolução digital, que é justamente a introdução de tecnologias disruptivas nos mais diversos setores da sociedade, é necessário que se pense de forma maximizada em todos os aspectos que esta revolução irá trazer a todo o meio no qual se convive. Não se trata da simples migração de um sistema administrativo para outro, assim como também não se trata de uma simples reforma. Pelo contrário, a revolução digital está relacionada ao desapego à processos de produção e organização que já são percebidos como ineficientes e pouco produtivos.

Por conseguinte, a aplicabilidade em potencial das tecnologias disruptivas como *blockchain* e de inteligência artificial, como visto, podem ser e já são realidade nos mais diversos campos de conhecimento. Desta forma, a utilização destas tecnologias supracitadas para o campo das ciências jurídicas, mais especificamente para as atividades tributárias que compõem a operacionalização do sistema tributário nacional exercidas pelo Fisco e contribuinte – elementos fundamentais da relação jurídica tributária – não será diferente.

Deste modo, torna-se essencial a compreensão e análise de quais são as possíveis aplicações e benesses que o *blockchain* e a inteligência artificial podem trazer ao sistema tributário nacional vigente e seus principais agentes, além de uma avaliação de sua tangibilidade e quais são os principais obstáculos que permeiam e pairam ao redor do uso de ambas as tecnologias nas atividades tributárias do Fisco e contribuinte.

7.1 USO DO BLOCKCHAIN E SMART CONTRACTS PARA MELHORIA DAS ATIVIDADES TRIBUTÁRIAS

A tecnologia *blockchain* pode ser a mais importante solução tecnológica desde a internet, e o potencial para a utilização dessa tecnologia nas atividades tributárias é imenso²⁴⁰. A aplicação do *blockchain*, em razão de ter como características inerentes ao seu modelo de tecnologia de razão distribuído as noções de imutabilidade,

²⁴⁰ EY GLOBAL. **Three ways blockchain can help implement smart contracts**. Setembro 2019. Disponível em: https://www.ey.com/en_gl/tax/three-ways-blockchain-can-help-implement-smart-contracts. Acesso em: 6 jun. 2021.

inocorrupibilidade e transparência da informação, é capaz de permitir que transações ocorram e sejam registradas de forma segura, transparente e eficiente. Desta forma, é viável acreditar que o *blockchain* garanta ao sistema tributário brasileiro um cenário em que tanto o Fisco quanto o contribuinte possam ter uma relação de confiança mútua em relação à veracidade e autenticidade das informações fiscais que integram a relação tributária.

Em outras palavras, é nítido que o potencial de aplicabilidade da tecnologia *blockchain* facilmente a coloca como uma das grandes possibilidades de transformação e disrupção na área tributária. As diferentes funcionalidades da rede *blockchain*, tendo como exemplo a tecnologia DLT para o registro de recolhimentos de tributos e de obrigações fiscais acessórias e o uso dos *smart contracts* como mecanismos de simplificação e automação dos procedimentos de recolhimento de tributos podem acarretar na mudança comportamental da relação entre Fisco e contribuinte, estabelecendo um ambiente focado no desenvolvimento e fortalecimento do *compliance* tributário.

7.1.1 Tecnologia Blockchain como registro público de recolhimentos de tributos e cumprimento de obrigações acessórias

A possibilidade de aumento da confiança na relação entre Fisco e contribuinte advém do fato do *blockchain* ser um sistema DLT (“*distributed ledger technology*”), cuja confiabilidade desta tecnologia é elevada graças à característica de consenso no momento de registro e validação das informações referentes à transação, que se dá mediante os usuários da rede *blockchain*, através dos mecanismos de *proof of work* (PoW) ou *proof of stake* (PoS).

O estabelecimento de um sistema de registro financeiro digital baseado na tecnologia *blockchain* permite que transações monetárias, como o recolhimento de tributos e o cumprimento de obrigações acessórias, possa ocorrer de maneira transparente e descentralizada, numa rede onde cada transação seria registrada de modo seguro, definitivo (imutabilidade) e acessível aos usuários autorizados

(transparência), possibilitando o rastreamento de cada uma das transações com precisão e eficiência²⁴¹.

Portanto, a tecnologia *blockchain* passa a fornecer a perspectiva de que o recolhimento de tributos pelos contribuintes possa ser registrado e convertido como transações na rede, servindo como um grande livro razão distribuído, facilitando o acesso às informações para ambas as partes da relação tributária. Em resumo, tal ideia consiste na constituição de uma rede *blockchain* privada pelo Fisco abarcando as esferas municipais, estaduais e federal.

Ao estabelecer uma rede *blockchain* privada, é permitido ao Fisco possuir uma administração melhor monitorada da rede, tendo total controle em relação aos participantes²⁴² – que seriam os contribuintes - e podendo restringir quem serão os usuários da rede capazes de atuar na validação e acesso das transações, ou seja, os usuários validadores seriam as diferentes entidades da administração pública tributária responsáveis pela arrecadação e fiscalização dos tributos, permitindo que a confiabilidade e segurança do sistema DLT em questão esteja diretamente relacionada às entidades responsáveis pela validação das operações.

Esta rede *blockchain* privada pelo Fisco validaria as informações da transação mediante o mecanismo de *proof of stake* (PoS), pois os validadores seriam apenas as autoridades fiscais que, por terem participação direta em todas os recolhimentos de tributos nas transações a serem inseridas pelo contribuinte, deteriam uma porcentagem considerável das informações, podendo realizar a validação por consenso e, conseqüentemente, de forma mais eficiente e menos custosa do que o método *proof of work* (PoW), em que é essencial o uso da mineração, que demanda uma imensa capacidade de processamento computacional.

Ademais, deve ser levado em consideração que o mecanismo PoS reduz o risco de ataques e violações dos blocos na rede, já que, para que isso ocorra, o violador deverá deter uma alta porcentagem das informações dos blocos, porcentagem esta que estará sob o controle do Fisco.

²⁴¹ JOSHI, Naveen. 3 Ways Blockchain Can Improve Taxation. **BBN Times**. 7 mai. 2021. Disponível em: <https://www.bbntimes.com/financial/3-ways-blockchain-can-improve-taxation>. Acesso em: 02 jun. 2021.

²⁴² BOSSA, Gisele Barra; GOMES, Eduardo de Paiva. Blockchain: tecnologia à serviço da troca de informações fiscais ou instrumento de ameaça a privacidade dos contribuintes? In: PISCITELLE, Tathiane (Coord.). **Tributação da economia digital**. São Paulo: Thomson Reuters, 2018, p. 359-385.

Desta forma, a partir do momento em que a transação, consistente nos dados referentes à relação tributária de recolhimento do tributo pelo contribuinte, que terá como destinatário o Fisco – responsável pela arrecadação do mesmo - seja validada na rede *blockchain* privada pelo PoS, os dados contidos na transação (tributo a ser recolhido, valor do recolhimento, código de receita, dados do contribuinte, origem e destino da transação, etc.) são devidamente criptografados mediante *hashing* em um bloco e terão uma exata indicação do momento de validação e inserção de tal bloco em caráter definitivo na cadeia da rede *blockchain*.

Em razão de ser uma informação registrada em uma rede *blockchain*, a transação do recolhimento ou da obrigação acessória contida nos blocos da rede são dotadas de imutabilidade, incorruptibilidade e transparência, pois somente os usuários autorizados e com acesso ao *hashcode* (autoridades fiscais e o contribuinte que realizou o recolhimento e/ou preenchimento da obrigação acessória do bloco específico) poderão visualizar os dados contidos no bloco.

Neste diapasão, é notória a percepção de que um sistema de registro distribuído via *blockchain* dos recolhimentos e obrigações acessórias traz uma quantidade significativa de benefícios para o contribuinte e para o Fisco.

Através da *blockchain*, o Fisco potencializará sua capacidade de auditoria e fiscalização da veracidade e consistência das informações contidas nos blocos além do próprio acesso a tais dados, otimizando a detecção de possíveis fraudes e erros no preenchimento das obrigações tributárias²⁴³, já que referida tecnologia proverá com clareza os dados das transações contidas nos blocos.

Ademais, a tecnologia *blockchain*, em razão de sua estrutura, características e modelo de funcionamento, encontra-se em consonância com os princípios de legalidade, moralidade, impessoalidade, publicidade e eficiência dispostos no Artigo 37 da Carta Política de 1988 e responsáveis por reger a relação entre contribuinte e Fisco, já que a confiança das informações disponibilizadas pela rede facilita o trabalho da fiscalização, ao reduzir a margem para evasão fiscal²⁴⁴.

²⁴³ PwC. **How Blockchain Technology Could Improve the Tax System**. Reino Unido, Dezembro 2016. Disponível em: <https://www.pwc.co.uk/issues/futuretax/assets/documents/how-blockchain-could-improve-the-tax-system.pdf>. Acesso em: 3 jun. 2021.

²⁴⁴ BICHARA, Luiz Gustavo A. S; MONTENEGRO, Rafaela Monteiro. A relação entre blockchain e obrigações acessórias. Os desafios da simplificação tributária no Brasil. **Revista dos Tribunais**, v.107, n.994, p. 527 – 542, ago. 2018. Disponível em: <https://dspace.almg.gov.br/handle/11037/28630>. Acesso em: 4 jun. 2021.

Por fim, também é válido destacar que as noções de consenso e criptografia via *hashing* em conjunto com a descentralização e transparência, atinentes à tecnologia *blockchain* quando aplicada como registro público de recolhimentos tributários e obrigações acessórias vão de acordo com os Artigos 198, §2º e 199 do Código Tributário Nacional²⁴⁵, que versam, respectivamente, sobre a proteção ao sigilo fiscal e a mútua assistência mediante troca de informações de interesse da arrecadação e da fiscalização de tributos entre a Fazenda Pública da União, dos Estados, Distrito Federal e Municípios.

O *blockchain* pode servir como uma tecnologia capaz de reverter o cenário atual da relação Fisco-contribuinte. Segundo levantamento realizado pelo Instituto Brasileiro de Planejamento e Tributação, a administração pública tributária brasileira deixa de arrecadar anualmente mais de R\$417 bilhões em impostos em razão das sonegações fiscais realizadas pelo contribuinte²⁴⁶. Com a rede *blockchain*, torna-se viável assegurar uma atuação eficiente e certa no tocante à fiscalização por parte do Fisco, além de permitir que o contribuinte possa adimplir com as suas obrigações fiscais acessórias de forma simplificada e em conformidade com as exigências legais.

Em suma, a prova imutável e consistente oferecida pelos registros na rede *blockchain* permitirão com que a justiça e eficiência fiscal prevaleçam no sistema tributário brasileiro, atenuando consideravelmente a incerteza e insegurança que paira sobre o mesmo.

7.1.2 Aplicabilidade dos smart contracts como mecanismo de melhoria das atividades tributárias do Fisco e Contribuinte

Além do uso da funcionalidade de tecnologia DLT para garantir maior transparência nas transações e obrigações tributárias, outra tecnologia/aplicação advinda da rede *blockchain*, os *smart contracts*, pode ser utilizada em um futuro próximo pelas autoridades governamentais para implementar melhorias substanciais no tocante à maneira pela qual se dá a atividade de arrecadação dos tributos mediante

²⁴⁵ BRASIL. **Lei N° 5.172, de 25 de Outubro de 1966**. Código Tributário Nacional, Arts. 198 e 199. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l5172compilado.htm. Acesso em: 5 jun. 2021.

²⁴⁶ BRANDÃO, Marcelo. Brasil perde R\$ 417 bi por ano com sonegação de impostos, diz estudo. **Agência Brasil**. Brasília, 12 dez. 2020. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2020-12/brasil-perde-r-417-bi-por-ano-com-sonegacao-de-impostos-diz-estudo>. Acesso em: 4 jun. 2021.

a automação dos processos tributários de cálculo e recolhimento dos tributos para pequenos e grandes negócios²⁴⁷.

Tal posicionamento é ratificado pelo *Global Tax Policy Center* da Universidade de Negócios e Economia de Viena (“*Wirtschaftsuniversität Wien*”) no relatório “*Blockchain 101 For Governments*”²⁴⁸, através da indicação de que a tecnologia *blockchain* é capaz de ser disruptiva na seara da administração pública tributária ao ponto de modernizar a forma pela qual os tributos são recolhidos, tendo como destaque a perspectiva de que, através dos *smart contracts*, os dados fiscais possam ser obtidos instantaneamente e automaticamente, garantindo o repasse do montante a ser tributado para o Fisco assim que concluída a transação/fato gerador²⁴⁹.

Desta forma, é tangível vislumbrar um cenário em que a administração pública e as autoridades fiscais possam começar a realizar a programação de *smart contracts* em consonância com a legislação tributária vigente, permitindo que, com a utilização dos contratos inteligentes, as transações consistentes no recolhimento de tributos se deem com agilidade e transparência ao eliminar a existência de intermediários no processo de recolhimento de tributos.

Neste diapasão, esses contratos inteligentes automatizados e autoexecutáveis podem ser programados com diversas condicionantes lógicas que funcionariam da mesma forma que cláusulas em um contrato (*smart contract code*), visando ofertar às autoridades fiscais todos os benefícios possíveis no tocante à atividade de tributação em consonância com a legislação tributária vigente aliada à otimização da receita tributária e redução da evasão fiscal.

Ou seja, graças ao *smart contracts*, tanto o Fisco quanto os contribuintes não necessitarão mais manter um sistema de controle de fiscalização composto por diversas obrigações acessórias para assegurarem um rastro confiável e detalhado de seus créditos tributários e operações passíveis de tributação, já que os contratos inteligentes, por serem programados e autoexecutáveis dentro da rede *blockchain*, irão automaticamente deduzir a quantia referente ao crédito tributário (ex: valor a ser recolhido do imposto ou montante a ser pago do auto de infração) diretamente da

²⁴⁷ DELOITTE. **Blockchain Technology and its potential in Taxes**. p.11. Dezembro, 2017. Disponível em: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/pl/Documents/Reports/pl_Blockchain-technology-and-its-potential-in-taxes-2017-EN.PDF. Acesso em: 5 jun. 2021.

²⁴⁸ WIRTSCHAFTSUNIVERSITÄT WIEN. WU Global Tax Policy Center. **Blockchain 101 for Governments**. Genebra, 2017. Disponível em: https://www.un.org/esa/ffd/wp-content/uploads/2017/10/15STM_Blockchain-101.pdf. Acesso em: 5 jun. 2021.

²⁴⁹ *Ibidem*, p. 7-8.

conta do contribuinte e ser registrado em caráter definitivo e imutável como um bloco na cadeia.

Com base nos fundamentos que permeiam a funcionalidade dos *smart contracts*, pode-se chegar à conclusão de que os contratos inteligentes têm a capacidade de serem aplicados para o recolhimento dos mais diversos tributos, desde os tributos indiretos até os tributos incidentes na folha salarial.

De acordo com Bevilacqua e Gomes²⁵⁰, a funcionalidade de execução automática dos *smart contracts* pode ser explorada para a otimização da tributação e cumprimento de obrigações acessórias concernentes à uma operação de venda de mercadoria.

À título exemplificativo, no sistema tributário vigente, a venda de mercadorias deve ser informada no Bloco C da EFD ICMS IPI do vendedor (operação de saída que culmina em um débito fiscal para fins de ICMS) e no do adquirente (operação de entrada que gera um crédito fiscal para fins de ICMS), sem contar que o transporte da mercadoria de um estabelecimento até o outro também tem que ser informado em conhecimento de transporte eletrônico (CT-e) – escriturado no Bloco D da EFD ICMS IPI – e, por fim, o ICMS incidente (tanto o débito quanto o crédito) deve ser declarado nos livros e nas declarações do(s) Estado(s) envolvido(s) na operação.

Supondo que tal operação estivesse condicionada a um código de programação autoexecutável embutido em um *smart contract* na rede *blockchain*, a partir do momento em que a referida operação fosse concluída, o contrato inteligente poderia automaticamente preencher e registrar os dados obrigatórios às obrigações acessórias, preservando-se do risco de uma possível duplicidade de dados que seriam inseridos manualmente no sistema pelo vendedor e pelo adquirente²⁵¹.

A Deloitte²⁵², ao analisar como o recolhimento de um tributo indireto nos moldes genéricos de um VAT poderia ser processado na *blockchain*, sugeriu que toda a operação de recolhimento se daria em duas etapas: (i) no momento em que o cliente paga a empresa vendedora por uma mercadoria, onde um *smart contract* já calcularia o VAT pago pelo consumidor e, em seguida; (ii) o montante calculado seria destacado

²⁵⁰ BEVILACQUA, Lucas; GOMES, Rayanne Ribeiro. A Utilização da Tecnologia Blockchain nas Relações Tributárias no Brasil. **Revista de Direitos Fundamentais e Tributação**. Porto Alegre, v.1, n.3, p. 65-92, set. 2020. Disponível em: <http://www.rdf.com.br/revista/article/view/28/21>. Acesso em: 7 jun. 2021.

²⁵¹ *Ibidem*, p. 75.

²⁵² DELOITTE. *Op cit.*, p. 12.

na nota fiscal e o *smart contract* realizaria o recolhimento do valor em automaticamente e encaminha o montante diretamente às autoridades fiscais.

Dentre os benefícios deste modelo de tributação indireta via *smart contract*, é válido destacar a diminuição do risco de fraudes e erros na apuração do imposto, a redução do tempo nas rotinas fiscais do contribuinte em apurar posteriormente os impostos e preencher tais informações manualmente em obrigações acessórias, além da possibilidade de que toda a etapa de tributação (pagamento e recolhimento) se dá instantaneamente após a conclusão da transação,²⁵³.

Contudo, não é somente na tributação sobre bens e serviços que os *smart contracts* podem causar um impacto. A implementação da tecnologia *blockchain* e dos *smart contracts* pelo Fisco poderia eliminar a necessidade de terceiros e intermediários no cenário de recolhimento dos tributos incidentes na folha salarial, já que o contrato inteligente seria capaz de dispensar a figura do empregador como o agente responsável pela apuração e recolhimento dos impostos e contribuições - que não de ser descontados do salário do empregado e repassados para o Fisco - ao automatizar via código o cálculo e o repasse dos tributos e contribuições para as autoridades fiscais²⁵⁴.

Em conclusão, a simplificação dos métodos de recolhimento de tributos via *smart contracts* na rede *blockchain* tem como principal impacto, além da otimização arrecadatória por parte do Fisco, a redução considerável de horas dispendidas pelo contribuinte para realizar o pagamento de suas obrigações tributárias no sistema tributário nacional. Tal benesse culmina na economia e redução dos gastos relacionados ao processo das atividades tributárias assim como na própria atividade das empresas, que não necessitarão mais realizar esforços excessivos para se manterem em *compliance* com as exigências fiscais, correndo um menor risco de sofrer autuações administrativas por erros procedimentais no cumprimento das obrigações.

7.2 O IMPACTO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NAS MELHORIA DAS ATIVIDADES TRIBUTÁRIAS

²⁵³ *Ibidem*, p. 13.

²⁵⁴ CALIENDO, Paulo; DUARTE, Victória Albertão. Smart Contracts e o Futuro da Tributação: Breve Análise das Possibilidades e Desafios para a Tributação Decorrente do Uso de Smart Contracts. **Revista Jurídica Luso-Brasileira**. Lisboa, [S.l.], n. 6, p. 1647-1673, 2019. Disponível em: http://www.cidp.pt/revistas/rjlb/2019/6/2019_06_1647_1673.pdf. Acesso em: 7 jun. 2021.

A inteligência artificial, apesar de ser considerada uma tecnologia emergente assim como a tecnologia *blockchain*, difere da última em razão do fato de ser mais antiga e, conseqüentemente, já ter tido mais tempo para se consolidar como um relevante agente por detrás da automação de funções e digitalização de processos referentes ao processamento de dados nas mais diversas áreas. Neste diapasão, não é surpreendente constatar que a inteligência artificial já tem sido aplicada no mundo jurídico com o intuito final de gerar resultados positivos em seu funcionamento.

Dentro de um contexto mais amplo do sistema judiciário brasileiro, existe uma movimentação do sistema judiciário - mesmo que de forma ainda esparsa dentre os diferentes órgãos do judiciário - de aplicar soluções de inteligência artificial em seus processos para a digitalização e automação de processos com o intuito de garantir maior produtividade nas suas atividades²⁵⁵.

Levando em consideração a complexidade e volume normativo do direito tributário e, conseqüentemente, do próprio sistema tributário nacional, o primeiro que consiste em disciplina das ciências jurídicas cuja matéria corresponde a 25% das Súmulas Vinculantes formuladas pelo Supremo Tribunal Federal (STF)²⁵⁶ aliado ao fato de que as execuções fiscais - principais tipos de processos judiciais tributários - são, de acordo com o relatório anual do Conselho Nacional de Justiça (CNJ) “Justiça em Números 2020” a espécie de processo judicial que possui a maior taxa de congestionamento no Poder Judiciário (taxa de congestionamento de 87%)²⁵⁷, pode-se dizer que o instrumento mais eficaz à curto prazo para acelerar a produtividade na distribuição dos processos tributários no Poder Judiciário é a utilização da inteligência

²⁵⁵ COSTA-ABREU, Márjory da; SILVA, Bruno dos Santos F. A Critical Analysis Of 'Law 4.0': The use of Automation and Artificial Intelligence and their impact on the judicial of Brazil. **Revista de Direitos Fundamentais e Tributação**, Porto Alegre, v.1, n.3, p. 1-16, set./2020. Disponível em: <http://www.rdff.com.br/revista/article/view/30/18>. Acesso em: 11 jun. 2021.

²⁵⁶ ABRAHAM, Marcus; CATARINO, João Ricardo. O uso da inteligência artificial na aplicação do direito público: o caso especial da cobrança dos créditos tributários - um estudo objetivado nos casos brasileiro e português. **e-Pública: Revista Eletrônica de Direito Público**, Lisboa, v. 6, n. 2, p. 188-219, set. 2019. Disponível em: http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2183-184X2019000200010&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 11 jun. 2021.

²⁵⁷ CNJ. CONSELHO NACIONAL DE JUSTIÇA. **Justiça em Números 2020: Sumário Executivo (Ano-base 2020)**. Conselho Nacional de Justiça - Brasília: CNJ, 2020. Disponível em: https://www.cnj.jus.br/wp-content/uploads/2020/08/WEB_V2_SUMARIO_EXECUTIVO_CNJ_JN2020.pdf. Acesso em 11 jun. 2021.

artificial, que tem o potencial disruptivo de agilizar e automatizar tarefas manuais através de várias aplicações diferentes²⁵⁸.

7.2.1 Soluções de Inteligência Artificial em prática pelo Poder Judiciário e pela Administração Pública Tributária

A confirmação da IA como solução para alguns dos gargalos no mundo tributário encontra-se na existência de algumas soluções de inteligência artificial, desde automações simples até soluções para análise de documentações e distribuição além de ferramentas em IA que fazem uso da técnica de *machine learning*.

Dentre as automações mais simples realizadas sem, necessariamente, a utilização de um modelo complexo de inteligência artificial, destaca-se o Sistema Poti²⁵⁹, implementado no Tribunal de Justiça do Rio Grande do Norte (TJRN) graças a uma parceria com a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), cujo objetivo é a automação de demandas e atividades repetitivas exercidas pelos membros do referido tribunal. Uma das aplicações do Poti permite que o bloqueio de valores de contas bancárias nas situações de penhora online em processos judiciais se dê de forma automática.

Através de um processo de RPA (*Robotic Process Automation*), que consiste na forma mais simples de inteligência artificial, que reproduz uma ou mais ações manuais mediante a execução de comandos pré-programados em dados estruturados (ex: tabelas), o Sistema Poti realiza o acesso ao sistema Bacenjud (responsável por integrar o Poder Judiciário ao Banco Central) e bloqueia o montante indicado nos autos do processo – que foram tabulados em um banco de dados previamente - em apenas 35 segundos²⁶⁰. Ademais, o Poti também é capaz de, nos processos de execução fiscal, atualizar o valor da ação de execução fiscal e transferir o valor bloqueado para as contas oficiais indicadas no processo.

²⁵⁸ ENGELMANN, Débora *et al.* Inteligência artificial no apoio à tomada de decisões no Direito Tributário. **Revista de Direitos Fundamentais e Tributação**, Porto Alegre, v.1, n.3, p. 45-64, set./2020. Disponível em: <http://www.rdf.com.br/revista/article/view/24/20>. Acesso em: 11 jun. 2021.

²⁵⁹ AZEVEDO, Bernardo de. TJRN investe em sistemas para automatizar ações repetitivas. **Bernardo de Azevedo e Souza: Direito, Inovação e Novas Tecnologias**. Porto Alegre, 30 mai. 2020. Disponível em: <https://bernardodeazevedo.com/conteudos/tjrn-investe-em-sistemas-para-automatizar-acoes-repetitivas/>. Acesso em: 11 jun. 2021.

²⁶⁰ *Ibidem*.

No tocante às soluções de inteligência artificial voltadas à análise documental, pode-se citar a solução Hórus, incorporada pelo Tribunal de Justiça do Distrito Federal e dos Territórios (TJDFT), cuja funcionalidade consiste na distribuição automática dos processos judiciais eletrônicos e processos físicos digitalizados que tramitam em sua Vara de Execuções Fiscais²⁶¹.

Mediante a aplicação da técnica de *machine learning* de aprendizado não supervisionado, o Hórus realiza o agrupamento/*clustering* de todos os documentos referentes aos processos judiciais de execução fiscal, e identifica padrões nos dados fornecidos assim como realiza de forma autônoma a classificação e posterior distribuição dos processos, permitindo que mais de 274 mil processos de execução fiscal fossem distribuídos automaticamente na Vara de Execução Fiscal do TJDFT²⁶².

Neste diapasão, assim como o Poder Judiciário, a Administração Pública Tributária também possui a necessidade de estar alinhada com as mudanças e inovações decorrentes do campo da inteligência artificial com o intuito final de exercer as atividades de fiscalização dos contribuintes de maneira eficaz e eficiente e nos limites de seus poderes e deveres dispostos na legislação tributária. Um exemplo de sucesso do uso de inteligência artificial por *machine learning* pela Administração Pública Tributária é a aplicação em todo o território nacional do SISAM, acrônimo para Sistema de Seleção Aduaneira por Aprendizagem de Máquina.

O SISAM, conforme descreve Jambeiro Filho, Auditor-Fiscal da Receita Federal do Brasil (RFB)²⁶³, consiste em um sistema pautado em uma inteligência artificial que, via aprendizado de máquina (*machine learning*), é capaz de assimilar e aprender padrões advindos de dados históricos das Declarações de Importação, permitindo com que a RFB reduza o volume de mercadorias verificadas no momento de despacho aduaneiro de importação e, além disso, diminua o descumprimento das exigências

²⁶¹ TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO DISTRITO FEDERAL E DOS TERRITÓRIOS. TJDFT lidera número de projetos de Inteligência Artificial no Poder Judiciário. **Portal TJDTF**. Brasília, jan. 2021. Disponível em: <https://www.tjdft.jus.br/institucional/imprensa/noticias/2021/janeiro/tjdft-e-o-tribunal-com-mais-projetos-de-inteligencia-artificial>. Acesso em: 11 jun. 2021.

²⁶² MELO, Jairo. Inteligência artificial: uma realidade no Poder Judiciário. **Portal TJDTF**. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.tjdft.jus.br/institucional/imprensa/campanhas-e-produtos/artigos-discursos-e-entrevistas/artigos/2020/inteligencia-artificial>. Acesso em: 12 jun. 2021.

²⁶³ JAMBEIRO FILHO, Jorge Eduardo de Schoucair. **Inteligência Artificial no Sistema de Seleção Aduaneira por Aprendizado de Máquina**. In: BRASIL. Ministério da Fazenda. Secretaria da Receita Federal. Administração Pública: Prêmio de Criatividade e Inovação da RFB: 14º Prêmio RFB – 2015: coletânea de monografias premiadas. Brasília: SRF, 2016. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/4622/1/1%c2%ba%20lugar%20do%2014%c2%ba%20Pre-mio%20RFB.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2021.

fiscais e a evasão fiscal na importação por parte do contribuinte, otimizando a arrecadação tributária e qualidade da fiscalização pelo Fisco.

Para que o aprendizado automático mediante análise do histórico de declarações de importação do Sistema Integrado de Comércio Exterior (Siscomex) se dê de forma segura e eficiente, o SISAM foi projetado para atender uma série de requisitos que abarcam desde a identificação de inconsistências na classificação fiscal, origem, erros na alíquota dos tributos e na aplicação dos regimes tributários e acordos tarifários até o cálculo do impacto tributário de tais inconsistências²⁶⁴. Em adição, o SISAM tem como ser atualizado com novos dados de Declarações de Importação todos os dias, permitindo que a inteligência artificial enriqueça ainda mais a sua base de dados e possa aprender de forma mais veloz a identificação de padrões nos dados, evitando de forma mais eficaz possíveis tentativas de fraudes semelhantes que venham a se dar em todo o território nacional em um curto lapso temporal²⁶⁵.

Em suma, pode-se afirmar que Fisco e Poder Judiciário, ao explorarem a aplicação de diferentes soluções e técnicas de inteligência artificial, passam a atenuar os problemas advindos das deficiências estruturais do sistema tributário nacional, tais como a sua ineficiência e complexidade, já que a inteligência artificial é capaz de aumentar a produtividade e eficiência tanto do Poder Judiciário quanto do Fisco na realização de suas atividades.

7.2.2 Possíveis aplicações da IA para o melhor desempenho das atividades tributárias realizadas pelo contribuinte

Além do Poder Judiciário e do Fisco, as empresas contribuintes e integrantes do polo passivo da relação tributária também possuem a necessidade de serem ágeis e assertivas no momento de tomada de decisões de negócio envolvendo as suas atividades tributárias assim como de atuar em conformidade com todas as exigências e desafios internos e externos advindos do cenário tributário brasileiro.

²⁶⁴ JAMBEIRO FILHO, Jorge Eduardo de Schoucair. **Inteligência Artificial no Sistema de Seleção Aduaneira por Aprendizado de Máquina**. In: BRASIL. Ministério da Fazenda. Secretaria da Receita Federal. Administração Pública: Prêmio de Criatividade e Inovação da RFB: 14º Prêmio RFB – 2015: coletânea de monografias premiadas. Brasília: SRF, 2016. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/4622/1/1/c2%ba%20lugar%20do%2014%c2%ba%20Pre%20RFB.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2021.

²⁶⁵ *Ibidem*, p.12.

Dentre os desafios impostos às empresas no cenário tributário, podem ser citadas a necessidade das mesmas de estarem sempre em *compliance* com o volátil e complexo ambiente normativo tributário, aliados ao cumprimento de diversas obrigações fiscais de forma adequada e no menor tempo possível, visando a redução de custos e a diminuição do possível risco de sofrer autuações pelas autoridades fiscais, que pode vir a prejudicar a reputação das empresas.

Deste modo, devido à imensa complexidade do sistema tributário nacional, os contribuintes devem passar a considerar caminhos inovadores para coletar informações e processar dados fiscais eficientemente e com precisão, além de automatizarem suas rotinas inerentes à gestão tributária, deixando de lado as manipulações e reconciliações manuais para uma análise dinâmica, automatizada e que permita a tomada de decisões em tempo real. Portanto, a utilização de tecnologias emergentes como a inteligência artificial pode ser uma o caminho ideal para a superação dos desafios que encontram-se diante dos contribuintes.

As capacidades transformativas da inteligência artificial em permitir a obtenção de respostas e análises de dados estruturados (ex: tabelas) ou não-estruturados (ex: textos e imagens) com maior precisão e nível de detalhe, por meio de técnicas como o RPA, aprendizado de máquina e sistemas especialistas de manipulação de dados, abrem um espaço de plena transformação digital das atividades tributárias das empresas, abarcando desde o planejamento tributário até as atividades referentes ao cumprimento de obrigações tributárias e a atuação do contribuinte e seus assessores jurídicos no contencioso tributário²⁶⁶.

A primeira e mais simples forma de aplicação prática de soluções de inteligência artificial nas atividades tributárias das empresas seria através do RPA, que realiza tarefas rotineiras, repetitivas e estruturadas automaticamente²⁶⁷. Ou seja, ao invés de executar diversas tarefas de formas manuais, que consistem em, aproximadamente, 80% das atividades realizadas por um funcionário²⁶⁸, a técnica de RPA permite que atividades guiadas por regras e procedimentos padronizados,

²⁶⁶ PWC. **Tax function of the future: How Tax is leveraging AI – Including machine learning – in 2019.** Estados Unidos, 2019, p.5. Disponível em: <https://www.pwc.com/gx/en/tax/publications/assets/how-tax-leveraging-ai-machine-learning-2019.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2021.

²⁶⁷ NICE RPA; KAELBLE, Steve. **Robotic Process Automation for Dummies.** Chichester – Inglaterra: John Wiley & Sons, Ltd., 2018, p. 5. Disponível em: https://www.nice.com/rpa/assets/robotic_process_automation_for_dummies.pdf. Acesso em: 14 jun. 2021.

²⁶⁸ *Ibidem*, p. 6.

preestabelecidos e estruturados sejam realizadas por um robô, minimizando o risco de erro e, conseqüentemente, o tempo que leva para a realização de tais atividades.

Destarte, a aplicação de soluções RPA no departamento fiscal de um contribuinte pode viabilizar a automação de atividades repetitivas referentes à contabilidade tributária e *compliance* tributário. Dentre tais atividades, pode-se citar a elaboração de relatórios fiscais e o preenchimento de formulários que serão apresentados ao Fisco (ex: obrigações fiscais acessórias) assim como a extração de informações dos balancetes e razões contábeis da empresa e o agendamento e posterior lançamento automático de ajustes nas apurações e memórias de cálculos dos tributos.

Ademais, a inteligência artificial também pode realizar uma melhor leitura, processamento e entendimento de dados, garantindo a automação e análise referentes às atividades e rotinas fiscais que lidam com dados não estruturados, tais como fontes textuais e imagens. Isto é permitido graças à conjunção entre as técnicas de RPA e de automação cognitiva, esta última que consiste na análise de dados não estruturados como o reconhecimento de caracteres específicos, análise de sentenças e formas textuais²⁶⁹.

Um exemplo em que tal combinação das técnicas de inteligência artificial supracitadas pode ser aplicado pelos contribuintes para atender as demandas de transparência e de natureza fiscalizatória por parte do Fisco é na hipótese de automação da análise e formalização de respostas referentes aos Avisos de Recebimento de Termos de Intimação Fiscal ou Notificações de Lançamento da Receita Federal.

Para fins de elucidação, o Termo de Intimação Fiscal é emitido quando houver a necessidade de que o contribuinte compareça à Receita Federal do Brasil para apresentar a documentação comprobatória dos dados informados na declaração. O contribuinte deve apresentar a documentação (originais e cópias) no prazo informado no Termo de Intimação Fiscal. Por outro lado, a Notificação de Lançamento é emitida pela RFB quando é constatada uma infração à legislação tributária da parte do contribuinte, podendo o mesmo apresentar uma impugnação sobre tal notificação para a Delegacia de Julgamento da Receita Federal competente dentro do prazo de 30 dias

²⁶⁹ *Ibidem*, p. 43.

a partir do recebimento da Notificação, conforme disposição legal no Artigo 15 do Decreto 70.235 de 1972²⁷⁰.

Doravante, mediante a combinação da automação cognitiva, RNAs, *machine learning* e RPA é possível realizar a mineração de argumentos que, segundo Engelmann²⁷¹, consiste na identificação e extração de padrões de estrutura textual de maneira automatizada, através da análise de uma grande quantidade de fontes textuais. A mineração de argumentos permite que o contribuinte extraia, de maneira automática, os termos mais relevantes das Notificações de Lançamento ou Termos de Intimação Fiscal e, através da consolidação e classificação por temas e objetos de notificação e/ou intimação, a solução em inteligência artificial realizaria autonomamente o preparo e a escrita dos argumentos relevantes para cada uma das impugnações, economizando substancialmente o tempo gasto pelo contribuinte na esfera do contencioso tributário administrativo.

Não obstante, o *machine learning* também pode ser um campo da inteligência artificial com potencial altamente benéfico para o contribuinte. Em linhas gerais, o *machine learning* e o *deep learning* são técnicas que visam criar soluções de IA que se preocupam em aprender de maneira similar ao do ser humano, passando a realizar dada atividade de forma autônoma, com ou sem supervisão.

Desta forma, a aplicação de análises estatísticas em soluções de IA mediante as técnicas de aprendizado de máquina e *deep learning*, permitem que soluções em inteligência artificial possam identificar padrões nas fontes de dados fornecidas e, conseqüentemente, realizem predições de maneira precisa e assertivas. Um exemplo seria inserir em uma solução de IA pautada em *machine learning* ou *deep learning* fontes de dados e relatórios fiscais de diversos períodos anteriores do contribuinte com o intuito de gerar modelos preditivos de planejamento tributário e previsões fiscais, o que afetaria e otimizaria diretamente a tomada de decisões das companhias.

Em suma, é notório que, com o crescimento da familiaridade e implementação dos conceitos de inteligência artificial e no mundo dos negócios de uma empresa, surge um espaço amplo para o desenvolvimento de soluções de inteligência artificial por empresas de tecnologia da informação em parceria com bancas de advogados,

²⁷⁰ BRASIL. **Decreto Nº 70.235, De 6 De Março De 1972**, Art. 15. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d70235cons.htm. Acesso em: 15 jun. 2021.

²⁷¹ ENGELMANN, Débora *et al.* Inteligência artificial no apoio à tomada de decisões no Direito Tributário. **Revista de Direitos Fundamentais e Tributação**, Porto Alegre, v.1, n.3, p. 45-64, set./2020. Disponível em: <http://www.rdf.com.br/revista/article/view/24/20>. Acesso em: 11 jun. 2021.

contadores e economistas que venham a fornecer uma miríade de análises para os contribuintes de suas situações fiscais²⁷².

Exemplos de soluções em IA seriam relatórios de planejamento estratégicos movidos por IA, automação de cálculos de apuração de impostos e estimativas referentes à uma possível adequação da operação do contribuinte a certo benefício fiscal e até mesmo ferramentas capazes de utilizar a mineração de argumentos para classificar os julgados em tribunais administrativos tributários como o CARF por tema e probabilidade de êxito do contribuinte.

Por fim, é plausível afirmar que a inteligência artificial, apesar de não estancar por completo os problemas que o sistema tributário nacional gera ao contribuinte, pode certamente otimizar a realização de suas atividades através da automação, aumento da sua eficiência, redução de custos e erros no cumprimento das obrigações tributárias, garantia de maior assertividade e segurança na análise das normas tributárias e, conseqüentemente, um aumento considerável na qualidade da gestão tributária das empresas.

7.3 OS OBSTÁCULOS E DESAFIOS INERENTES À APLICAÇÃO DAS TECNOLOGIAS BLOCKCHAIN E IA

Para Calestous Juma²⁷³, a sociedade não funciona sem um certo nível de continuidade institucional e estabilidade social. Por outro lado, com a evolução da sociedade, é pertinente que se tenha também uma evolução em suas relações. Desta forma, uma das principais funções inerentes ao Estado na contemporaneidade é justamente o gerenciamento e monitoramento das interações entre a inovação e a continuidade nas relações sociais.

De acordo com o economista austríaco Joseph Schumpeter, a inovação consiste na criação de novas combinações de ações e raciocínio que representam uma quebra do modelo das práticas e linhas de pensamento já estabelecidas em uma

²⁷² SILVA, Leonardo Bruno da. **Inteligência Artificial aplicada ao Direito Tributário**. Orientador: Carlos César Sousa Cintra. 2020. 70 f. TCC (Graduação) – Curso de Direito, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/55417>. Acesso em: 16 jun. 2021.

²⁷³ JUMA, Calestous. **Innovation and Its Enemies: Why People Resist New Technologies**. 1 Ed. Nova Iorque – Estados Unidos: Oxford University Press, 2016, p.6.

sociedade, ou seja, pode-se afirmar que a inovação serve como uma força central na transformação econômica²⁷⁴.

A visão dos autores acima se concretiza no mundo real ao notarmos que, quando existe a possibilidade de inserção de novas tecnologias como soluções para a sociedade ou para o Estado, as discussões a respeito da relação alidade entre inovação tecnológica e a responsabilidade necessária para a aplicação de tal inovação geram tensões e, em alguns casos, anos de debate nas mais diversas esferas da sociedade. Isto se deve em razão ao fato de que a resistência à inovação tecnológica, por se tratar de um desvio do que já é usual e estável, gera uma dualidade em que, de um lado observa-se o desejo incessante de mudanças por parte dos negócios, dos inovadores e do cenário econômico e, do outro lado, o receio e cautela por parte do Estado em relação aos ainda desconhecidos impactos que tais novas tecnologias podem trazer nas mais diferentes áreas de aplicação.

Doravante, é passível afirmar que tais preocupações ao novo se aplicam às tecnologias emergentes como o *blockchain* e a inteligência artificial, sendo de suma relevância explicitar quais são as principais preocupações e obstáculos que podem adiar a plena aplicação de tais tecnologias disruptivas em linhas gerais e, mais especificamente, no sistema tributário nacional.

Quanto à tecnologia *blockchain*, por se tratar de uma solução tecnológica mais recente que a IA, os desafios inerentes à sua aplicação em larga escala pela sociedade e pelo Estado são mais claros e delineados.

Primordialmente, deve-se ressaltar que, em razão da tecnologia *blockchain* necessitar da implementação de uma rede na internet que terá o potencial de abarcar milhares e até mesmo milhões de usuários, o processo de implementação de uma rede *blockchain* demanda que ocorram certas mudanças consideráveis na infraestrutura da entidade que há de realizar a implementação de tal tecnologia, o que pode representar um imenso desafio para estruturas mais antigas e não tão integradas entre si²⁷⁵, como é o caso dos modelos presentes no mundo jurídico, esfera da sociedade esta que, em razão de sua natureza regulatória perante a sociedade, tende

²⁷⁴ SCHUMPETER, Joseph Alois. **The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest and the Business Cycle**. 1ª Ed. Cambridge – Massachussets: Harvard University Press, 1934, p. 87.

²⁷⁵ COHEN, Claudio. Blockchain e os desafios da transformação digital. **Olhar Digital**. [S.I.], 11 jun. 2020. Disponível em: <https://olhardigital.com.br/2020/06/11/pro/blockchain-e-os-desafios-da-transformacao-digital/>. Acesso em: 17 jun. 2021.

a tomar passos mais lentos e cautelosos em relação às mudanças. Ademais, deve ser levado em consideração que, a integração da rede *blockchain* entre diversos usuários (ex: empresas) exigirá uma infraestrutura de conexão complexa e muito bem preparada para poder processar todas as informações que serão processadas na rede.

Desta forma, para que se dê a criação por parte do Fisco de uma rede *blockchain* privada capaz de monitorar e registrar publicamente o recolhimento de tributos nas esferas municipal, estadual e federal, além do preenchimento de diferentes obrigações fiscais acessórias de milhões de empresas contribuintes (até o final de 2020, o Brasil possuía mais de 19,7 milhões de empresas ativas²⁷⁶), será exigido da Administração Pública Tributária uma grande movimentação, esforço e custo para arquitetar a infraestrutura desta rede *blockchain*, além de tempo para estudar a melhor forma de otimizar a aplicação da tecnologia visando garantir a maximização da transparência das informações aliada à segurança e confiabilidade dos dados fornecidos pelo contribuinte, em conformidade com os deveres da Administração Pública dispostos em lei.

Tais preocupações também se aplicam aos *smart contracts* que, apesar de ser uma tecnologia dependente da rede *blockchain*, trata-se de uma solução ainda mais recente, quer requer uma maior quantidade de tempo para a sua aplicação no recolhimento automático de tributos, já que os *smart contracts* ainda se encontram num estágio inicial de utilização²⁷⁷.

Estes desafios inerentes à aplicação do *blockchain*, consistentes em preocupações quanto a infraestrutura e arquitetura da rede, além dos eventuais custos de manutenção e implementação da mesma aliado à capacidade volumétrica de dados que tal rede *blockchain* será capaz de processar devem ser levados em consideração mas estão longe de serem fatores impeditivos da potencial aplicação da tecnologia à médio ou longo prazo. Analogamente, tais preocupações eram as mesmas para com as soluções de inteligência artificial que, com o advendo da

²⁷⁶ PEDUZZI, Pedro. Brasil tem 19,7 milhões de empresas ativas, diz Mapa de Empresas. **Agência Brasil**. Brasília, 15 dez. 2020. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2020-12/brasil-tem-197-milhoes-de-empresas-ativas-diz-mapa-de-empresas>. Acesso em: 17 jun. 2021.

²⁷⁷ CALIENDO, Paulo; DUARTE, Victória Albertão. Smart Contracts e o Futuro da Tributação: Breve Análise das Possibilidades e Desafios para a Tributação Decorrente do Uso de Smart Contracts. **Revista Jurídica Luso-Brasileira**. Lisboa, [S.l.], n. 6, p. 1670, 2019. Disponível em: http://www.cidp.pt/revistas/rjlb/2019/6/2019_06_1647_1673.pdf. Acesso em: 7 jun. 2021.

modernização da computação, a inteligência artificial se tornou uma tecnologia mais estabelecida e veio a rechaçar tais preocupações.

Como visto acima, a inteligência artificial já é consolidada e aplicada nos mais diversos campos de conhecimento, inclusive no direito tributário, já que alguns tribunais, o próprio Fisco e o contribuinte – este último em menor escala – utilizam sistemas de inteligência artificial com o intuito de efficientizar a realização de suas atividades.

Contudo, apesar da inteligência artificial já ser uma tecnologia aplicada em diversas áreas, ainda existe resistência à adoção de técnicas de IA²⁷⁸. Tal resistência decorre do fato de que, assim como qualquer ferramenta e solução inovadora, a mesma pode ser usada tanto para fins benéficos quanto prejudiciais à sociedade, tendo como exemplo a internet e as transações de *bitcoin* na rede *blockchain* que, apesar de ser um criptoativo capaz de realizar transações de maneira rápida e descentralizada, constatou-se que aproximadamente 46% de todas as transações realizadas com a criptomoeda *bitcoin* consistiriam em atividades voltadas para fins ilícitos²⁷⁹.

Portanto, tal preocupação não será diferente com a aplicação das soluções de inteligência artificial nas relações tributárias pois, da mesma maneira que a IA tem o potencial de otimizar a qualidade e tempo gasto dos agentes da relação tributária na realização de suas tarefas e atividades, a IA também poderá ser utilizada pelo mercado ilegal para a criação de soluções elaboradas visando permitir a evasão fiscal dos contribuintes²⁸⁰, dificultando a atuação fiscalizatória e arrecadatória do Fisco, além de ser um problema capaz de afetar negativamente a sociedade como um todo.

²⁷⁸ MAKRIDAKIS, Spyros. The forthcoming Artificial Intelligence (AI) revolution: Its impact on society and firms. **Futures**, v. 90, p. 46-60, 2017. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4310583/mod_resource/content/1/The%20forthcoming%20Artificial%20Intelligence%20%28AI%29%20revolution_%20Its%20impact%20on%20society%20and%20of%20firms.pdf. Acesso em 17 jun. 2021.

²⁷⁹ FOLEY, Sean; KARLSEN, Jonathan R.; PUTNIŅŠ, Tālis J. **Sex, Drugs, and Bitcoin: How Much Illegal Activity Is Financed Through Cryptocurrencies?**, 2018. p. 2. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3102645. Acesso em: 17 jun. 2021.

²⁸⁰ ARAÚJO; Guilherme Dourado Aragão Sá. Perspectivas do Direito Tributário na 4ª Revolução Industrial: Análise econômica da destruição criativa da economia disruptiva. **Economic Analysis of Law Review – EALR**, [S.l.], v. 9, n. 1, p.134-153, jan./abr. 2018. Disponível em: <http://portalrevistas.ucb.br/index.php/EALR/article/view/8363/5664>. Acesso em 17 jun. 2021.

Resumidamente, é possível subentender que as tecnologias *blockchain* e a inteligência artificial, por fazerem parte do conceito de inovação tecnológica, sofrem e tendem a ter que superar uma série de desafios. Doravante, existem três desafios inerentes às novas tecnologias emergentes em análise. Primeiro, tais tecnologias devem provar à sociedade que as mesmas tem o potencial de trazer impactos positivos. Em seguida, devem reduzir a relutância natural do ser humano em relação ao que é novo e desconhecido. Por último e não menos importante, há o desafio de provar às autoridades legais, fiscais e políticas que tais tecnologias podem agregar e se enquadrar ou até mesmo melhorar o sistema tributário vigente.

Por fim, é notório ressaltar que, para que se dê a devida análise do impacto do *blockchain* e da IA no sistema tributário, deve ser seguida a Lei de Amara, premissa criada por Roy Amara, ex-presidente do Instituto do Futuro, consistente na ideia de que não se deve superestimar o efeito da tecnologia à curto prazo, assim como também não se pode subestimar o efeito da mesma à longo prazo²⁸¹.

²⁸¹PC MAG. **Encyclopedia: Amara's Law.** Disponível em: <https://www.pcmag.com/encyclopedia/term/amaras-law>. Acesso em: 17 jun. 2021.

8 CONCLUSÃO

O presente trabalho destinou-se a analisar os possíveis impactos e melhorias que a aplicação das tecnologias *blockchain* e de inteligência artificial podem trazer ao sistema tributário, tanto para o poder judiciário, quanto para a administração pública tributária e o contribuinte na execução de suas atividades fiscais e cumprimento de suas obrigações, além de considerações a respeito dos desafios inerentes à aplicação de tais tecnologias. Para tanto, considerou-se de suma relevância uma análise geral do sistema tributário nacional, assim como da administração pública tributária no Brasil.

Desta forma, para assegurar um maior entendimento acerca do ordenamento jurídico-tributário brasileiro, tornou-se essencial uma recapitulação de como se deu a formação do sistema tributário nacional vigente no País.

Verificou-se que a concepção do Estado tem, desde sua fase embrionária, uma forte relação com a acepção de tributo. Doravante, a transferência de riquezas da população para os governantes, que se responsabilizariam pela administração pública do Estado só se tornou possível mediante a atividade de tributação e, na formação do Estado Brasileiro, não foi diferente. Constatou-se que, desde os primórdios da colonização pela Coroa Portuguesa no Brasil, já havia onerações fiscais referentes à extração de recursos naturais e minerais no Brasil, existindo uma intensa atividade tributária nos três séculos de Brasil-Colônia.

Contudo, o direito tributário brasileiro só passou gozar de um sistema tributário nacional propriamente dito, isto é, um conjunto de normas jurídicas constitucionais e infraconstitucionais que disciplinam a atividade de instituição, arrecadação ou fiscalização dos tributos, apenas em meados do Século XX, com a Emenda Constitucional N° 18 de 1º de dezembro de 1965 e, posteriormente, com a sanção da Lei Federal N° 5.172/1966, hoje conhecida como Código Tributário Nacional, responsável pela regulação do sistema tributário nacional e a instituição de normas gerais do direito tributário.

Ademais, foi analisado que, com a redemocratização e a promulgação da Constituição Federal de 1988, dotada de um caráter mais social e descentralizador, houve uma reforma do sistema tributário nacional, gerando um aumento da participação dos Estados e Municípios no que diz respeito à arrecadação tributária, em detrimento da arrecadação federal, além da criação de novas contribuições sociais

de competência da União, tais como o PIS e a Cofins, culminando também no aumento da complexidade do sistema tributário nacional.

Nesta linha, verificou-se que o atual sistema tributário nacional tem seu arcabouço normativo nos Artigos 145 a 162 da Constituição Federal de 1988, estabelecendo que tal sistema deve ser regido e norteado pelos Princípios da Segurança Jurídica, Legalidade Tributária, Isonomia, Irretroatividade da Lei Tributária, Capacidade Contributiva, Seletividade e Anterioridade da Lei Tributária. Ademais, também foi analisado os diferentes tipos de espécie do tributo previstas no Brasil, dentre elas as taxas, contribuições de melhoria, empréstimos compulsórios, contribuições e os impostos.

Apresentou-se também os principais aspectos referentes à Administração Pública e à Administração Pública Tributária, em que foi constatado que a administração pública tributária é responsável pela operacionalização e efetivação do sistema tributário brasileiro, consistindo na miríade de atos administrativos que buscam a garantia de regulação e o asseguramento do poder de tributação, assim como fiscalização do cumprimento espontâneo das obrigações tributárias estabelecidas por lei.

Ademais, fez-se uma análise, em linhas gerais, da enorme estrutura operacional do Fisco nas esferas da União, Unidades Federativas e Municípios aliado à elucidação de que para que a atividade de fiscalização e tributação ocorra de maneira otimizada, devem as autoridades fiscais obedecer e se limitar aos poderes e deveres da Administração Pública Tributária dispostos nos Artigos 194 a 200 do Código Tributário Nacional, dentre eles o poder de exigir o exame de livros, arquivos, documentos, papéis e efeitos comerciais ou fiscais dos contribuintes, assim como o dever de documentação do início do seu procedimento e fixação do prazo máximo para conclusão da atividade de fiscalização e, por fim, do dever de manutenção do sigilo a respeito de quaisquer informações obtidas sobre o sujeito passivo ou terceiro submetido aos procedimentos fiscais.

Apresentou-se também a noção do Princípio da Eficiência para a Administração Pública, incluído no Artigo 37 da CF/88 mediante a Emenda Constitucional N° 19 de 1998, sendo este princípio essencial para guiar a Administração Pública em um trajeto de economicidade e produtividade mediante a execução de serviços públicos funcionais, céleres, de alta qualidade e maior impacto aliados a uma redução do desperdício do dinheiro público. Desta forma, chegou-se à conclusão parcial de que,

para que o Princípio da Eficiência seja efetivado e otimizado, deve a Administração Pública fazer uso de novas soluções tecnológicas, soluções estas que estão diretamente conectadas à conquista de avanços no que se refere à melhor aproveitamento de mão de obra, otimização de tempo e um correto planejamento das suas reais necessidades.

Outrossim, também foi abordado as noções gerais da gestão tributária dos contribuintes, constatando-se que a gestão tributária, especialmente para as empresas contribuintes que se enquadram no sistema tributário nacional, é um elemento essencial para que assegure-se uma boa administração do negócio mediante a correta interpretação das leis tributárias, o devido pagamento e apuração dos tributos e, em muitos casos, a redução da carga tributária.

Ademais, foi examinado que a multiplicidade de obrigações fiscais acessórias que integram a rotina fiscal dos contribuintes faz parte do dever inerente ao contribuinte de escriturar e apresentar às autoridades seus livros contábeis e fiscais, previsto no Artigo 195 do Código Tributário Nacional. Desta forma, após aprofundamento de algumas das principais obrigações acessórias que envolvem a relação tributária entre Fisco e contribuintes, verificou-se que, o volume de obrigações fiscais acessórias exigidas pelas autoridades fiscais acaba por sobrecarregar os contribuintes, exigindo um lapso temporal substancial dos mesmos para que se dê o cumprimento das obrigações fiscais.

Estabelecida a análise das considerações gerais acerca da realidade do sistema tributário nacional, da administração pública tributária e das principais atividades que compõem a gestão tributária dos contribuintes, a presente pesquisa passou a abordar os principais problemas do sistema tributário brasileiro.

De início, foi examinado que a premissa existencial de um sistema tributário para o Estado Moderno é de acumular recursos econômicos de maneira máxima e eficiente dos contribuintes, visando reverter tal acúmulo para a melhoria do bem estar social. Desta forma, apresentou-se as noções básicas da teoria da tributação ótima de Adam Smith, chegando à conclusão de que um sistema tributário ideal é pautado nas ideias de equidade, certeza, conveniência do pagamento e a economia do recolhimento.

Apresentou-se na pesquisa que, em razão das deficiências estruturais inerentes ao sistema tributário nacional, as premissas da teoria da tributação ótima não conseguem ter a máxima eficácia no sistema tributário brasileiro. Desta forma, foi

abordado como as distorções inerentes à tributação de bens e serviços, dentre elas a alta regressividade do sistema tributário, a quantidade de diferentes tributos indiretos vigentes no país (listando os problemas referentes à sistemática do ISS, ICMS, IPI, PIS e Cofins) e a sua complexidade estrutural aliada às guerras fiscais entre os Estados tendem a obstaculizar o desenvolvimento econômico do país, além de não garantir a plena justiça fiscal. Outrossim, verificou-se como a forte e complexa tributação sobre o consumo existente no Brasil aliada à onerosidade demasiada sobre o salário efetivo do trabalhador brasileiro gera diversos efeitos negativos para a sociedade.

Desta forma, constatou-se que as distorções do sistema tributário nacional fazem do mesmo um sistema de alta complexidade, incerto, volátil, inseguro e ineficiente, indo de encontro frontal com as quatro máximas do sistema de tributação ideal de Adam Smith.

A complexidade pode ser constatada quando comparado o sistema tributário nacional com outros sistemas ao redor do mundo, verificando-se que o ordenamento jurídico brasileiro é considerado um dos mais complexos do mundo. Ademais, constatou-se que a quantidade de normas tributárias nos primeiros 28 anos de promulgação da Carta Política de 1988 (363.779 normas) aumenta ainda mais a complexidade do sistema além de torna-lo inseguro e incerto, já que apenas uma pequena parcela de tais normas continuam em vigor, constatando-se a volatilidade do sistema tributário nacional, divergindo completamente da premissa de certeza da teoria de tributação ótima.

Verificou-se também que tal volatilidade acarreta na insegurança e incerteza jurídica gerada ao contribuinte, resultando em um alto grau de litigiosidade em matéria tributária nas vias judiciais e administrativas que, quando aliada ao fato de que boa parte dos processos tributários demoram, em média, 18 anos e 11 meses para chegarem ao fim, tornam por consolidar o status de ineficiência ao sistema tributário nacional.

Ademais, constatou-se que o contribuinte, em razão da complexidade normativa e da quantidade de obrigações tributárias que tem que cumprir, é altamente ineficiente na realização da atividade de pagamento de tributos, sendo o Brasil um dos países que mais demanda tempo do contribuinte para que o mesmo cumpra com suas obrigações fiscais, ferindo de maneira contundente as premissas da teoria de

tributação ótima de Adam Smith de conveniência do pagamento e de economia no recolhimento.

Neste diapasão constatou-se que o Fisco tem como desafio garantir a arrecadação tributária máxima em conjunto com a segurança jurídica para permitir um bom funcionamento da relação Fisco-contribuinte e favorecer o desenvolvimento do país. Por conseguinte, a presente pesquisa entende que, como forma de atenuar a complexidade, insegurança, ineficiência e incerteza do sistema tributário nacional, devem ser aplicadas o uso das tecnologias *blockchain* e inteligência artificial para possibilitar que o desempenho das atividades e relações do sistema tributário ocorram de maneira leve, veloz, eficiente, transparente e consistente.

A partir de tal premissa, o estudo aprofundou-se na análise teórica e prática da tecnologia *blockchain* e de suas principais características, funcionalidades e estrutura, constatando que tal tecnologia, pautada na ideia de tecnologia DLT em uma rede descentralizada e *peer-to-peer* permite que, através do consenso entre os usuários da rede com base em segurança por *hashing* e criptografia, seja alcançado o objetivo final de facilitar todo o processo de registro, identificação e localização das transações e operações envolvendo ativos, assim como o cumprimento de obrigações ou contratos em uma rede descentralizada, visando a redução de risco e dispêndios financeiros assim como a maior garantia de segurança e transparência para as partes envolvidas.

Ademais, após aprofundamento a respeito de uma das tecnologias advindas da rede *blockchain*, os *smart contracts*, constatou-se que os contratos inteligentes são ferramentas capazes de estabelecer e executar – de forma autônoma - regras e normas (termos, condições, etc) através do armazenamento de dados, fatos e informações. Foi percebido que tal funcionalidade da rede *blockchain* tem a possibilidade de inserir, via linguagem de programação, cláusulas e condicionantes jurídicas com base na legislação, eliminando a necessidade de terceiros em diversas relações jurídicas e garantindo maior eficiência, autonomia e segurança às partes.

Em seguida, realizou-se uma análise a respeito da legalidade dos *smart contracts*, chegando à constatação de que nem todos os *smart contracts* são contratos em si, mas que as funcionalidades e características inerentes a esta tecnologia tem uma capacidade única de facilitar a execução de um contrato de direito privado e até mesmo de diversas outras obrigações que não são contratos, como a execução de muitas administrativas ou de obrigações tributárias principais.

Dando continuidade à exploração da premissa proposta, foi examinado que a inteligência artificial, durante seu processo histórico de desenvolvimento, é uma tecnologia complexa e que é dotada de diversos campos de estudo e aplicabilidade prática. Após análise dos principais conceitos e modelos de inteligência artificial, tais como as noções de sistema especialistas, computação natural e redes neurais artificiais e aprendizado de máquina e *deep learning*, foi permitido chegar à conclusão parcial de que tal campo é promissor e recheado de possibilidades de aplicação prática visando facilitar a realização das atividades no mundo real.

Neste diapasão, verificou-se que a aplicabilidade das tecnologias disruptivas como *blockchain* e de inteligência artificial, podem ser e já são realidade nos mais diversos campos de conhecimento e no campo das ciências jurídicas, mais especificamente em relação às atividades tributárias que compõem a operacionalização do sistema tributário nacional exercidas pelo Fisco e contribuinte, há sim amplo espaço para aplicação das mesmas.

A partir desta premissa, o presente estudo mostrou como a criação de uma rede *blockchain* privada pelo Fisco que visa servir como um registro público integrado dos recolhimentos de tributos e cumprimento de obrigações acessórias nas esferas municipal, estadual e federal pode trazer inúmeras benesses para a relação entre Fisco e contribuinte, potencializando a capacidade de auditoria e fiscalização do Fisco, viabilizando uma atuação segura e eficiente das autoridades fiscais em um ambiente seguro e protegido, além de garantir a transparência e segurança ao contribuinte.

Ademais, pode-se chegar à noção de que tal solução visa otimizar o Princípio da Eficiência da Administração Pública, além de maximizar os deveres do Fisco de proteção ao sigilo fiscal e de mútua assistência mediante troca de informações de interesse da arrecadação e da fiscalização de tributos entre a Fazenda Pública da União, dos Estados, Distrito Federal e Municípios, dispostos nos Artigos 198, §2º e 199, *Caput*, do CTN.

Por conseguinte, este estudo também mostrou como a tecnologia *blockchain* é capaz de ser disruptiva na seara da administração pública tributária ao vislumbrar o possível uso dos *smart contracts* como mecanismo de melhoria das atividades tributárias do Fisco e Contribuinte, tais como a capacidade de apuração e recolhimento instantâneo e automático de tributos indiretos e tributos incidentes sobre a folha salarial, acarretando na simplificação e redução significativa do tempo necessário para que o contribuinte realize o recolhimento do tributo.

Sob o prisma da aplicação da inteligência artificial no sistema tributário, verificou-se que, por se tratar de uma tecnologia mais amadurecida quando comparada ao *blockchain*, já existem diversas soluções de IA em aplicação e desenvolvimento tanto no Poder Judiciário quanto no Fisco que possibilitam a automação de tarefas repetitivas aliadas a maior eficiência na realização das atividades tributárias, tais como o SISAM, o Hórus e o Poti. Outrossim, constatou-se que a IA também tem tangibilidade para atuar como solução de aumento do desempenho e eficiência das atividades tributárias realizadas pelo contribuinte, permitindo que o uso das técnicas de RPA, mineração de argumentos e aprendizado de máquina gere soluções capazes de automatizar tarefas repetitivas, apuração e cálculo de impostos e contribuições, assim como o preenchimento autônomo de formulários fiscais e impugnações de autuações.

De tudo que foi colocado, a pesquisa também buscou pontuar e elucidar possíveis desafios inerentes à aplicação das tecnologias *blockchain* e de inteligência artificial que podem comprometer o uso de tais tecnologias emergentes em curto prazo, dentre eles o tempo e custos necessários para a implementação e estudo das tecnologias para que se dê a devida maturação das mesmas ao ponto de garantir um nível de conforto no momento de sua aplicação.

Por fim, este estudo chega à conclusão final de que, após o devido sopesamento das vantagens e benesses que a tecnologia *blockchain* e a inteligência artificial podem trazer ao mundo jurídico e ao sistema tributário nacional vigente com os desafios que pairam a aplicação de tais tecnologias, é uma tendência natural que, com o decorrer do tempo, aliado à aclimação da sociedade às novas tecnologias, ocorra uma superação do obstáculo da resistência em relação às *mesmas* em razão do progresso tecnológico que ambas trarão ao ordenamento jurídico-tributário à médio e longo prazo.

REFERÊNCIAS

ABRAHAM, Marcus; CATARINO, João Ricardo. O uso da inteligência artificial na aplicação do direito público: o caso especial da cobrança dos créditos tributários - um estudo objetivado nos casos brasileiro e português. **e-Pública: Revista Eletrônica de Direito Público**, Lisboa, v. 6, n. 2, p. 188-219, set. 2019. Disponível em: http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2183-184X2019000200010&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 11 jun. 2021.

ALBINO, Bianca Campos. **O Sistema Tributário Brasileiro e suas Perspectivas**. Orientador: José Carlos de Oliveira. 2014. 68 f. TCC (Graduação) – Curso de Ciências Econômicas, Faculdade de Economia Administração e Contabilidade, Universidade de Brasília, Brasília, 2014. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/10254/1/2014_BiancaCamposAlbino.pdf. Acesso em: 04 mai. 2021.

ALENCAR, André Luiz Paes de. **Direito: material, processual e legislação especial**. 8. ed. São Paulo: Ridel, 2016.

ALIAGA, Yoshitomi Eduardo Maehara. Uma Comparação de Mecanismos de Consenso em Blockchains. **X Encontro de Alunos e Docentes do DCA/FEEC/UNICAMP (EADCA)**, Campinas, v.1, n.1, p. 1-4, out. 2017. Disponível em: http://www.fee.unicamp.br/sites/default/files/departamentos/dca/eadca/eadcax/trabalhos/artigo_20_Mecanismos_Consenso_Blockchains_Yoshitomi_Maehara_Prof_Marco_Aurelio.pdf. Acesso em: 28 jun. 2020.

ALPAYDIN, Ethem. **Introduction to Machine Learning**. 2ª Edição. Cambridge – Massachusetts: The MIT Press, 2010.

AMARAL, Gilberto Luiz do; OLENIKE, João Eloi; AMARAL, Letícia M. Fernandes; YAZBEK, Cristiano Lisboa. Quantidade De Normas Editadas No Brasil: 28 Anos Da Constituição Federal De 1988. **Instituto Brasileiro de Planejamento e Tributação**, Curitiba, [S.I.], p.1-8, 2016. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/dl/estudo-ibpt-edicao-criacao-leis.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2021.

AMED, Fernando José; NEGREIROS; Plínio José Labriola de Campos. **História dos Tributos no Brasil**. 1ª Edição. São Paulo: Edições SINAFRESP, 2000.

ANTONIALLI, Luiz Marcelo. **Modelo de gestão e estratégias: O Caso de duas cooperativas mistas de leite e café de Minas Gerais**. Orientador: Prof. Dr. Adalberto Américo Fischmann. 164f. Tese (Doutorado em Administração). Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. Universidade de São Paulo. São Paulo: FEA/USP, 2014. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12139/tde-19032010-163547/publico/Antonialli_2000_Tese_FEA_USP.pdf. Acesso em: 27 mai. 2021.

ARAUJO, Daniel Fernandes de; PIMENTA, Larissa Carvalho. **Análise do Princípio da Anterioridade Tributária: limite para revogação de benefício fiscal anteriormente concedido**. Coordenador: Prof. Msc. Edival Braga. 2017. 15 f.

Graduação – Instituto de Ciências Jurídicas, Curso de Direito, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2017. Disponível em: http://ufrr.br/direito/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=562:direito-tributario&id=107:direito-tributario&Itemid=314. Acesso em: 30 nov. 2020.

ARAÚJO; Guilherme Dourado Aragão Sá. Perspectivas do Direito Tributário na 4ª Revolução Industrial: Análise econômica da destruição criativa da economia disruptiva. **Economic Analysis of Law Review – EALR**, [S.l.], v. 9, n. 1, p.134-153, jan./abr. 2018. Disponível em: <http://portalrevistas.ucb.br/index.php/EALR/article/view/8363/5664>. Acesso em 17 jun. 2021.

ARUN, Jai Singh; CUOMO, Jerry; GAUR, Nitin. **Blockchain For Business: Discover How Blockchain Networks Are Transforming Companies, Driving Growth, and Creating New Business Models**. 1ª Edição. Londres – Inglaterra; Editora Pearson Education Inc., 2019.

ATALIBA, Geraldo. **Hipóteses de Incidência Tributária**. 6ª Edição. São Paulo: Malheiros Editores, 2013.

APPY, Bernard. Por Que O Sistema Tributário Brasileiro Precisa Ser Reformado. **Revista Interesse Nacional**, São Paulo, v.31, n.1, p.1-16, out./dez. 2015. Disponível em: <http://interessenacional.com.br/2015/10/05/por-que-o-sistema-tributario-brasileiro-precisa-ser-reformado/>. Acesso em: 09 abr. 2021.

ÁVILA, Alexandre Rossato da Silva. **Curso de Direito Tributário**. 2. ed. Porto Alegre: Verbo Jurídico, 2006.

ÁVILA, Humberto. **Teoria dos Princípios: da definição à aplicação dos princípios jurídicos**. 16ª Edição. São Paulo: Malheiros, 2015.

AZEVEDO, Bernardo de. TJRN investe em sistemas para automatizar ações repetitivas. **Bernardo de Azevedo e Souza: Direito, Inovação e Novas Tecnologias**. Porto Alegre, 30 mai. 2020. Disponível em: <https://bernardodeazevedo.com/conteudos/tjrn-investe-em-sistemas-para-automatizar-acoes-repetitivas/>. Acesso em: 11 jun. 2021.

BALEEIRO, Aliomar. **Limitações constitucionais ao poder de tributar**. 7. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2012.

BARACAT, Eduardo Milléo. **Poder de direção do empregador: fundamentos natureza jurídica e manifestações**. In: _____ (Coord.). Controle do empregado pelo empregador: procedimentos lícitos e ilícitos. Curitiba: Juruá, 2017, p. 234-236.

BERRY, Michael, DUMAIS, Susan, O'BRIEN, Gavin. Using Linear Algebra for Intelligent Information Retrieval. **SIAM Review**. Vol 37. No.4, pp-573-595, December 2019. Disponível em: <https://epubs.siam.org/doi/10.1137/1037127>. Acesso em: 28 mai. 2021.

BEVILACQUA, Lucas; GOMES, Rayanne Ribeiro. A Utilização da Tecnologia Blockchain nas Relações Tributárias no Brasil. **Revista de Direitos Fundamentais e Tributação**. Porto Alegre, v.1, n.3, p. 65-92, set. 2020. Disponível em: <http://www.rdf.com.br/revista/article/view/28/21>. Acesso em: 7 jun. 2021.

BICHARA, Luiz Gustavo A. S; MONTENEGRO, Rafaela Monteiro. A relação entre blockchain e obrigações acessórias. Os desafios da simplificação tributária no Brasil. **Revista dos Tribunais**, v.107, n.994, p. 527 – 542, ago. 2018. Disponível em: <https://dspace.almg.gov.br/handle/11037/28630>. Acesso em: 4 jun. 2021.

BITTENCOURT, Marco L.; SILVA, Cláudio A. C.; FEIJOO, Raúl A.. Object-oriented Programming Applied to the Development of Structural Analysis and Optimization Software. **J. Braz. Soc. Mech. Sci.**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 3, p. 269-284, 2001. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-73862001000300002&lng=en&nrm=iso. Acesso em 28 nov. 2020.

BOSSA, Gisele Barra; GOMES, Eduardo de Paiva. Blockchain: tecnologia à serviço da troca de informações fiscais ou instrumento de ameaça a privacidade dos contribuintes? In: PISCITELLE, Tathiane (Coord.). **Tributação da economia digital**. São Paulo: Thomson Reuters, 2018, p. 359-385.

BRANDÃO, Marcelo. Brasil perde R\$ 417 bi por ano com sonegação de impostos, diz estudo. **Agência Brasil**. Brasília, 12 dez. 2020. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2020-12/brasil-perde-r-417-bi-por-ano-com-sonegacao-de-impostos-diz-estudo>. Acesso em: 4 jun. 2021.

BRASIL. **Código Civil Brasileiro**. Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002. Institui o **Código Civil**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/2002/L10406.htm. Acesso em: 27 nov. 2020.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 05 dez. 2020.

BRASIL. **Constituição dos Estados Unidos do Brasil**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao46.htm. Acesso em: 05 dez. 2020.

BRASIL. **Lei Nº 5.172, de 25 de Outubro de 1966**. Código Tributário Nacional. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l5172compilado.htm. Acesso em: 08 dez. 2020.

BRIDGMAN, Roger. Eletrônica. **Coleção Aventura na Ciência**. São Paulo: Editora Globo, 2014. Tradução: Anna Maria Quirino. Título original: Electronics.

BRONAUT, A.; PINTO, J.O.P.; COLLAZOS, L. K.; LEITE, L.C.; GALOTTO JR., L.; GONÇALVES, A. M. M.; SANTINI JR., L.C.; OLIVEIRA, L. L.; RENNÓ, M. A. G.; SANTOS, N. M. S. Sistema Especialista para Auxílio na Tomada de Decisões para Recomposição em Tempo Real. **Anais do IV Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica**. Minas Gerais, p.1-9, 2007. Disponível em:

<http://www.cgti.org.br/publicacoes/wp-content/uploads/2016/04/Sistema-Especialista-para-Auxilio-na-Tomada-de-Decisoes-para-Recomposicao-em-Tempo-Real.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2020.

BROWNLEE, Jason. Random Oversampling and Undersampling for Imbalanced Classification. **Machine Learning Mastery**, 15 de Janeiro de 2020. Disponível em: <https://machinelearningmastery.com/random-oversampling-and-undersampling-for-imbalanced-classification/>. Acesso em: 04 dez. 2020.

CALIENDO, Paulo; DUARTE, Victória Albertão. Smart Contracts e o Futuro da Tributação: Breve Análise das Possibilidades e Desafios para a Tributação Decorrente do Uso de Smart Contracts. **Revista Jurídica Luso-Brasileira**. Lisboa, [S.I.], n. 6, p. 1647-1673, 2019. Disponível em: http://www.cidp.pt/revistas/rjlb/2019/6/2019_06_1647_1673.pdf. Acesso em: 7 jun. 2021.

CARRAZZA, Roque. **Curso de Direito Constitucional Tributário**. 32ª Edição. São Paulo: Malheiros Editores, 2019.

CARVALHO, Antônio Pires. **Talentos brasileiros do secretariado executivo: novas competências multifuncionais**. São Paulo: DCL, 2016.

CERQUEIRA, Aurimar Harry; STELER, Fernando Wosniak. **Tudo o que você queria saber sobre blockchain e tinha receio de perguntar**. Computer World, 6 de Março de 2017. Disponível em: <https://computerworld.com.br/2017/03/06/tudo-o-que-voce-queria-saber-sobre-blockchain-e-tinha-receio-de-perguntar/>. Acesso em: 24 jun. 2020.

CLACK, Christopher D.; BAKSHI, Vikram A.; BRAINE, Lee. Smart Contract Templates: Foundations, Design Landscape and Research Directions. **arXiv.org**, Cornell University, 1608.00771, ago. 2016/mar. 2017. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/1608.00771.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2020.

COHEN, Claudio. Blockchain e os desafios da transformação digital. **Olhar Digital**. [S.I.], 11 jun. 2020. Disponível em: <https://olhardigital.com.br/2020/06/11/pro/blockchain-e-os-desafios-da-transformacao-digital/>. Acesso em: 17 jun. 2021.

COSTA, Regina Helena. **Curso de Direito Tributário: Constituição e Código Tributário Nacional**. 8ª Edição. São Paulo: Saraiva Educação, 2018.

COSTA-ABREU, Márjory da; SILVA, Bruno dos Santos F. A Critical Analysis Of 'Law 4.0': The use of Automation and Artificial Intelligence and their impact on the judicial of Brazil. **Revista de Direitos Fundamentais e Tributação**, Porto Alegre, v.1, n.3, p. 1-16, set./2020. Disponível em: <http://www.rdf.com.br/revista/article/view/30/18>. Acesso em: 11 jun. 2021.

CNJ. CONSELHO NACIONAL DE JUSTIÇA. **Justiça em Números 2020: Sumário Executivo (Ano-base 2020)**. Conselho Nacional de Justiça - Brasília: CNJ, 2020. Disponível em: <https://www.cnj.jus.br/wp->

content/uploads/2020/08/WEB_V2_SUMARIO_EXECUTIVO_CNJ_JN2020.pdf.

Acesso em 11 jun. 2021.

DALLARI, Dalmo de Abreu. **Elementos da Teoria Geral do Estado**. 33ª Edição. São Paulo: Editora Saraiva, 2016.

DA SILVA, Aarão Miranda. A Função Social e Econômica do CARF. **Jus.com.br**. Dezembro de 2020. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/87224/a-funcao-social-e-economica-do-carf>. Acesso em: 25 mai. 2021.

DE FILIPPI, Primavera; HASSAN, Samer. **Blockchain Technology As A Regulatory Technology: From Code Is Law To Law Is Code**. First Monday. 10 de novembro de 2016. Disponível em: <https://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/7113/5657>. Acesso em: 23 jun. 2020.

DELOITTE. **Blockchain Technology and its potential in Taxes**. Dezembro, 2017. Disponível em: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/pl/Documents/Reports/pl_Blockchain-technology-and-its-potential-in-taxes-2017-EN.PDF. Acesso em: 5 jun. 2021.

DEMEYER, Maurice. **Blockchain Technology And Smart Contracts From A Financial Law Perspective - Blockchain Technology In Financial Transactions: Regulating A Revolution?**. Orientador: Prof. Dr. Michel Tison. 2018. 104 f. Master of Laws – Faculty of Law and Criminology, Ghent University, Ghent, 2018. Disponível em: <https://lib.ugent.be/en/catalog/rug01:002479332>. Acesso em: 28 nov. 2020.

DESJARDINS, Jeff. How much data is generated each day?. **World Economic Forum**, 17 de Abril de 2019. Disponível em: <https://www.weforum.org/agenda/2019/04/how-much-data-is-generated-each-day-cf4bddf29f/>. Acesso em: 30 nov. 2020.

DOS SANTOS, Lucas Siqueira. **Reforma Tributária no Brasil: Histórico, Necessidades e Propostas**. Orientadora: Prof(a) Dra. Tathiane dos Santos Piscitelli. 2015. 233 f. Dissertação de Mestrado, Pós-Graduação *strictu sensu* de Direito Tributário, Escola de Direito de São Paulo da Fundação Getulio Vargas, São Paulo, 2015. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/13965/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Reforma%20Tribut%C3%A1ria%20-%20Lucas%20Siqueira%20dos%20Santos%20-%20VF%20-%202007.0....pdf?sequence=3&isAllowed=y>. Acesso em: 07 dez. 2020.

DRISCOLL, J. W. Trust and participation in organizational decision making as predictors of satisfaction. **Academy of Management Journal**, v.21, p. 44-56, 1978. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/105960117800300422>. Acesso em 30 mai. 2021.

EBBERS, W.E; VAN DIJK, J.A.G.M. Resistance and support to electronic government, building a model of innovation. **Government Information Quarterly**, Enschede – Holanda, v.24, n.3, p. 554–575, jul. 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0740624X07000020>. Acesso em: 27 mai. 2021.

ENGELMANN, Débora *et al.* Inteligência artificial no apoio à tomada de decisões no Direito Tributário. **Revista de Direitos Fundamentais e Tributação**, Porto Alegre, v.1, n.3, p. 45-64, set./2020. Disponível em: <http://www.rdf.com.br/revista/article/view/24/20>. Acesso em: 11 jun. 2021.

ETCO. Instituto Brasileiro de Ética Concorrencial. **Desafios do Contencioso Tributário Brasileiro**. São Paulo, 2019, p.4. Disponível em: <https://www.etco.org.br/wp-content/uploads/Estudo-Desafios-do-Contencioso-Tributario-ETCO-EY.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2021.

ETHEREUM. **Ethereum Whitepaper**. Ethereum.Org, 9 de Outubro de 2020. Disponível em: <https://ethereum.org/en/whitepaper/>. Acesso em: 28 nov. 2020.

EY GLOBAL. **Three ways blockchain can help implement smart contracts**. Setembro 2019. Disponível em: https://www.ey.com/en_gl/tax/three-ways-blockchain-can-help-implement-smart-contracts. Acesso em: 6 jun. 2021.

FARIAS, Cristiano Chaves de; ROSENVALD, Nelson. **Curso de Direito Civil v.4 – Contratos: Teoria Geral e Contratos em Espécie**. 8ª Edição. Salvador. Editora JusPodivm, 2018.

FEIGENBAUM, Edward A.; BUCHANAN; Bruce G. DENDRAL and Meta-DENDRAL: Roots of Knowledge Systems and Expert System Applications. **Artificial Intelligence**, Stanford – CA, v.59, p.233-240, 1993. Disponível em: <https://stacks.stanford.edu/file/druid:pj337tr4694/pj337tr4694.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2020.

FERRARI, Isabela; BECKER, Daniel; WOLKART, Erik Navarro. Arbitrium ex machina: panorama, riscos e a necessidade de regulação das decisões informadas por algoritmos. **Revista dos Tribunais**, v. 995, set. 2018. p.4. Disponível em: <http://governance40.com/wp-content/uploads/2018/11/ARBITRIUM-EX-MACHINA-PANORAMA-RISCOS-E-A-NECESSIDADE.pdf>. Acesso em: 27 mai. 2021.

FERREIRA, Marco Antonio Pereira. Evolução Histórica do Sistema Tributário Nacional. **Âmbito Jurídico**, 01 de Agosto de 2017. Disponível em: <https://ambitojuridico.com.br/cadernos/direito-tributario/evolucao-historica-do-sistema-tributario-nacional/>. Acesso em: 06 dez. 2020.

FILHO, José dos Santos Carvalho. **Manual de Direito Administrativo**. 31ª Edição. São Paulo: Editora Atlas, 2017.

FOLEY, Sean; KARLSEN, Jonathan R.; PUTNIŇŠ, Tālis J. **Sex, Drugs, and Bitcoin: How Much Illegal Activity Is Financed Through Cryptocurrencies?**, 2018. p. 2. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3102645. Acesso em: 17 jun. 2021.

FRANKENFIELD, Jake; ANDERSON, Somer. **Ethereum**. Investopedia, 27 de Junho de 2020. Disponível em: <https://www.investopedia.com/terms/e/ethereum.asp>. Acesso em: 28 nov. 2020.

FRANKENFIELD, Jake; SCOTT, Gordon. Artificial Intelligence (AI). **Investopedia**, 13 de Março de 2020. Disponível em: <https://www.investopedia.com/terms/a/artificial-intelligence-ai.asp>. Acesso em: 30 nov. 2020.

GARDNER, Howard Earl. **Intelligence Reframed: Multiple Intelligences for the 21st Century**. 1ª Edição. Nova Iorque: Basic Books, 2000

GATTESCHI, Valentina; LAMBERTI, Fabrizio; DEMARTINI, Claudio; PRANTEDA, Chiara; SANTAMARIA, Victor. Blockchain and Smart Contracts for Insurance: Is the Technology Mature Enough?. **Future Internet**, Basel, Suíça, v.10, n.20, p.1-16, fev.2018. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1999-5903/10/2/20>. Acesso em: 27 nov. 2020.

GAVIÃO, Fausto Carpegeani de Moura. **Do Princípio da Imutabilidade do Nome**. 19 de maio de 2009. Disponível em: <https://lfg.jusbrasil.com.br/noticias/1068463/do-principio-da-imutabilidade-do-nome-fausto-carpegeani-de-moura-gaviao>. Acesso em: 25 jun. 2020.

GIDDENS, Anthony. **As consequências da modernidade**. São Paulo: Ed. Universidade Estadual Paulista, 2018.

GOEDERT; Matheus L.; PAULA FILHO; Pedro L.; BLANCO; Daniel R. Computação Natural: Conceitos e Aplicações da Computação Inspirada na Natureza. **Revista Espacios**, v. 38, n. 34, p.31-47, fev./mar. 2017. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n34/a17v38n34p31.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2020.

GOMES, Orlando. **Contratos**. 26ª Edição. Rio de Janeiro. Editora Forense, 2009.

GONÇALVES, Rafael; FERREIRA, Pedro P. **Não-neutralidade da tecnologia: a ação social das mediações técnicas**. In: XXVIII Congresso Virtual de Iniciação Científica da Unicamp, 28., 2020, Artigo Científico, 2020, p.1-5. Disponível em: <https://www.prp.unicamp.br/inscricao-congresso/resumos/2020P17507A33708O343.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2021.

GOODFELLOW, Ian; BENGIO, Yoshua; COURVILLE, Aaron. **Deep Learning**. 1ª Edição. Cambridge – Massachusetts: Editora The MIT Press, 2016.

GOUVEIA, Nelson. **Contabilidade Básica**. 2ª Edição. São Paulo – SP; Editora Harbra, 2001.

GOYAL, Swati. **The History of Blockchain Technology: Must Know Timeline**. 101 Blockchains, 2018. Disponível em: <https://101blockchains.com/history-of-blockchain-timeline/>. Acesso em: 24 jun. 2020.

GULKER, Max. **Are Smart Contracts the Future of Fraud Prevention?**. AIER – American Institute for Economic Research, 7 de Novembro de 2017. Disponível em: <https://www.aier.org/article/are-smart-contracts-the-future-of-fraud-prevention/>. Acesso em: 28 nov. 2020.

GUPTA, Manav. **Blockchain For Dummies, IBM Limited Edition**. 1.ed. Hoboken – NJ; Editora John Wiley & Sons, Inc. 2017.

GUPTA, Vinay. **A Brief History of Blockchain**. Harvard Business Review, 28 de Fevereiro de 2017. Disponível em: <https://hbr.org/2017/02/a-brief-history-of-blockchain>. Acesso em: 24 jun. 2020.

GUPTA, Vinay. **The Promise of Blockchain Is a World Without Middlemen**. Harvard Business Review. 06 de Março de 2017. Disponível em: <https://hbr.org/2017/03/the-promise-of-blockchain-is-a-world-without-middlemen>. Acesso em: 23 jun. 2020.

HARADA, Kiyoshi. **Direito Financeiro e Tributário**. 27ª Edição. São Paulo: Editora Atlas Ltda, 2018.

HOPPE, Thomas; SCHANZ, Deborah; STURM, Susan, SURETH-SLOANE, Caren. Measuring Tax Complexity Across Countries: A Survey Study on MNCs. **TRR 266 Working Papers Series**, Viena – Áustria, n. 5, p. 1-88, out. 2019. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3469663. Acesso em: 11 mai. 2021.

INSPER. **Contencioso Tributário no Brasil: Relatório 2020 – Ano de Referência 2019**. São Paulo, 2020. Disponível em: https://www.insper.edu.br/wp-content/uploads/2021/01/Contencioso_tributario_relatorio2020_vf10.pdf. Acesso em: 20 mai. 2021.

JACCARD, Gabriel Olivier Benjamin. Smart Contracts and The Role of Law. **Jusletter IT**, Weblaw – Suíça, v. 23 nov. 2017, p.1-25, nov. 2017. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3099885. Acesso em: 29 nov. 2020.

JAMBEIRO FILHO, Jorge Eduardo de Schoucair. **Inteligência Artificial no Sistema de Seleção Aduaneira por Aprendizado de Máquina**. In: BRASIL. Ministério da Fazenda. Secretaria da Receita Federal. Administração Pública: Prêmio de Criatividade e Inovação da RFB: 14º Prêmio RFB – 2015: coletânea de monografias premiadas. Brasília: SRF, 2016. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/4622/1/1%c2%ba%20lugar%20do%2014%c2%ba%20Premio%20RFB.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2021.

JORGE, Alexandre Teixeira. Os Princípios da Irretroatividade e da Anterioridade da Lei Tributária e a Súmula 584 do STF. **Revista de Finanças Públicas Tributação e Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, v.7, n.8, p.1-20, jan./jun. 2019. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/rfptd/article/view/37067/27837>. Acesso em: 08 dez. 2020.

JOSHI, Ameet V. **Machine Learning and Artificial Intelligence**. Cham: Springer, 2020. ISBN 978-3-030-26621-9 ISBN 978-3-030-26622-6 (eBook). Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-26622-6> .p. 10-11. Acesso em: 29 mai. 2021.

JOSHI, Naveen. 3 Ways Blockchain Can Improve Taxation. **BBN Times**. 7 mai. 2021. Disponível em: <https://www.bbntimes.com/financial/3-ways-blockchain-can-improve-taxation>. Acesso em: 02 jun. 2021.

JUMA, Calestous. **Innovation and Its Enemies: Why People Resist New Technologies**. 1 Ed. Nova Iorque – Estados Unidos: Oxford University Press, 2016.

JUNIOR, Dirley da Cunha. **Curso de Direito Constitucional**. 10ª Edição. Salvador: Editora JusPodivm, 2016.

KNIGHT, Will. **Will the Real Satoshi Nakamoto Help Fix Bitcoin?**. MIT Technology Review, 2 de Maio de 2016. Disponível em: <https://www.technologyreview.com/2016/05/02/160416/will-the-real-satoshi-nakamoto-help-fix-bitcoin/>. Acesso em: 24 jun. 2020.

KRAMER, Samuel Noah. Causeries: The First Case of Tax Reduction. **Challenge**, v.22, n.1, p.3-5, 1979. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/40719717?seq=1>. Acesso em: 05 dez. 2020.

LAMOUNIER, Lucas. **Conheça os 6 Pilares Que Sustentam a Blockchain!**. 101 Blockchains, 2019. Disponível em: <https://101blockchains.com/pt/caracteristicas-da-blockchain/>. Acesso em: 24 jun. 2020.

LAMPORT, Leslie; SHOSTAK, Robert; PEASE, Marshall. The Byzantine Generals Problem. **ACM Transactions on Programming Languages and Systems**, Menlo Park – CA, v.4, n.3, p. 382-401, jul. 1982. Disponível em: <https://lamport.azurewebsites.net/pubs/byz.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2020.

LESSIG, Lawrence. **Code and Other Laws of Cyberspace**. 2ª Edição. New York – NY. Editora Basic Books, 2006.

LEWIS, Tanya. A Brief History of Artificial Intelligence. **Live Science**, 4 de Dezembro de 2014. Disponível em: <https://www.livescience.com/49007-history-of-artificial-intelligence.html#:~:text=The%20beginnings%20of%20modern%20AI,%22artificial%20intelligence%22%20was%20coined>. Acesso em: 02 dez. 2020.

MADDI, Govind, VELVADAPU, Chakravarthi. **Ontology Extraction from text documents by Singular Value Decomposition**. ADMI. 2019.

MAKRIDAKIS, Spyros. The forthcoming Artificial Intelligence (AI) revolution: Its impact on society and firms. **Futures**, v. 90, p. 46-60, 2017. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4310583/mod_resource/content/1/The%20forthcoming%20Artificial%20Intelligence%20%28AI%29%20revolution_%20Its%20impact%20on%20society%20and%20firms.pdf. Acesso em 17 jun. 2021.

MARTINS, Ives Gandra da Silva. O Sistema Tributário Brasileiro: História, Perfil Constitucional e Proposta de Reforma. **Revista Análisis Tributária**, São Paulo, n.150, p.1-23, jun. 2000. Disponível em: http://www.gandramartins.adv.br/project/ives-gandra/public/uploads/2013/02/07/662f4dcartigo_145.pdf. Acesso em: 07 dez. 2020.

MARTINS, Mauro; MARQUIAFAVE, Maristela; FEJES, Henriete; MORAES, Hélio. Smart Contracts: Nada Inteligentes e Não São Contratos!. **Direito Para Tecnologia**.

2018. Disponível em: <https://direitoparatecnologia.com.br/smart-contracts-nada-inteligentes-e-nao-sao-contratos/>. Acesso em: 27 nov. 2020.

MAYER, Roger C.; DAVIS, James H.; SCHOORMAN, F. David. An Integrative Model of Organizational Trust. **The Academy of Management Review**. v. 20, n. 3, p.709-734, 1995. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/pdf/258792.pdf?refreqid=excelsior%3Ab0f1d5a5f59c1bd6f744a0060f4885a1>. Acesso em: 31 mai. 2021.

MCCULLOCH, W.S., PITTS, W. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. **Bulletin of Mathematical Biophysics**, v.5, p.115–133, 1943. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF02478259>. Acesso em: 05 dez. 2020.

MELO, Jairo. Inteligência artificial: uma realidade no Poder Judiciário. **Portal TJDFT**. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.tjdft.jus.br/institucional/imprensa/campanhas-e-produtos/artigos-discursos-e-entrevistas/artigos/2020/inteligencia-artificial>. Acesso em: 12 jun. 2021.

MELLO, Marcus Bernardes de. **Teoria do Fato Jurídico: Plano da Existência**. 13ª Edição. São Paulo. Editora Saraiva, 2007.

MEOLA, Andrew. **Distributed Ledger Technology & the Blockchain Explained**. Business Insider, 16 de Janeiro de 2020. Disponível em: <https://www.businessinsider.com/distributed-ledger-technology-blockchain>. Acesso em: 25 jun. 2020.

MEYER, Maximiliano. **O que é P2P e como ela funciona?**. Disponível em: <https://www.oficinadanet.com.br/post/14046-o-que-e-p2p-e-como-ela-funciona>. Acesso em: 25 jun. 2020.

MITCHELL, Tom T. **Machine Learning**. 1ª Edição. New York – NY: Editora McGraw-Hill Science/Engineering/Math, 1997.

MODI, Ritesh. **Solidity Programming Essentials: A Beginner's Guide To Build Smart Contracts for Ethereum and Blockchain**. 1ª Edição. Birmingham - Reino Unido. Editora Packt Publishing, 2018,

MOUGAYAR, William. **Blockchain para negócios: Promessa, prática e aplicação da nova tecnologia da internet**. 1.ed. Rio de Janeiro – RJ; Editora Alta Books, 2017.

MUELLER, John Paul; MASSARON, Luca. **Artificial Intelligence For Dummies**. 1ª Edição. Hoboken – New Jersey: Editora John Wiley & Sons, Inc., 2018.

MULLER, Andreas C.; GUIDO, Sarah. **Introduction to Machine Learning with Python: A Guide for Data Scientists**. 1ª Edição. Sebastopol – California: Editora O'Reilly Media, Inc., 2017.

NAKAMOTO, Satoshi. **Bitcoin: A Peer-To-Peer Electronic Cash System**. 31 de Outubro de 2008. Disponível em: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2020.

NETO, João Sorima. Uma montanha ainda maior de impostos. **Senado Federal**, 21 de Setembro de 2015. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/515657/noticia.html>. Acesso em: 08 dez. 2020.

NICE RPA; KAELBLE, Steve. **Robotic Process Automation for Dummies**. Chichester – Inglaterra: John Wiley & Sons, Ltd., 2018. Disponível em: https://www.nice.com/rpa/assets/robotic_process_automation_for_dummies.pdf. Acesso em: 14 jun. 2021.

NILSSON, Nils J. **Artificial Intelligence: A New Synthesis**. 1ª Edição. Burlington – Massachussets: Editora Morgan Kaufmann Publishers, 1998.

OCDE. Organização para a Cooperação Econômica e Desenvolvimento. **Revenue Statistics in Latin America and the Caribbean 2021**. 1ª Edição. Paris: OECD Publishing, 2021. Disponível em: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/96ce5287-en-es.pdf?expires=1620871859&id=id&accname=guest&checksum=5D609A109A06C33D156CB66F14B21A64>. Acesso em: 02 mai. 2021.

OLIVEIRA, Vicente Kleber de Melo. **A Administração Tributária como Atividade Essencial ao Funcionamento do Estado**. 1. ed. Belo Horizonte: Editora Fórum, 2012.

OPPY, Graham; DOWE, David. The Turing Test. **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**, 9 de Abril de 2003. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/turing-test/>. Acesso em: 01 dez. 2020.

PAAR, Christof; PELZL, Jan. **Understanding Cryptography: A Textbook for Students and Practitioners**. 1.ed. Heidelberg – Alemanha; Editora Springer, 2010.

PASSARELLA, Garry. **Merkle Trees And Their Use In Blockchain Transaction Validation**. Medium, 10 de Janeiro de 2019. Disponível em: <https://medium.com/@garry.passarella/merkle-trees-and-their-use-in-blockchain-transaction-validation-13eafdab6f82>. Acesso em: 27 nov. 2020.

PC MAG. **Encyclopedia: Amara's Law**. Disponível em: <https://www.pcmag.com/encyclopedia/term/amaras-law>. Acesso em: 17 jun. 2021.

PEDUZZI, Pedro. Brasil tem 19,7 milhões de empresas ativas, diz Mapa de Empresas. **Agência Brasil**. Brasília, 15 dez. 2020. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2020-12/brasil-tem-197-milhoes-de-empresas-ativas-diz-mapa-de-empresas>. Acesso em: 17 jun. 2021.

PÊGAS, Paulo Henrique. **PIS e Cofins**. 5ª Edição. São Paulo: Atlas, 2018.

PERES, Adriana Manni; MARIANO, Paulo Antonio. **ICMS e IPI no Dia a Dia das Empresas: Teoria e Prática**. 9ª Edição. São Paulo: IOB Publicações Jurídicas, 2015.

PINTO, Pedro. **Criptografia simétrica e assimétrica. Sabe a diferença?**. 07 de Dezembro de 2010. Disponível em:

<https://pplware.sapo.pt/tutoriais/networking/criptografia-simetrica-e-assimetrica-sabe-a-diferenca/>. Acesso em: 25 jun. 2020.

PIOVESAN, Flavia. **Ações Afirmativas sobre a Perspectiva dos Direitos Humanos**. In: SANTOS, Sales Augusto dos (org.). **Ações Afirmativas e Combate ao Racismo nas Américas**. Edição Eletrônica. Brasília: Ministério da Educação, 2007, p.35-46. Disponível em: http://etnicoracial.mec.gov.br/images/pdf/publicacoes/acoes_afirm_combate_racismo_americas.pdf. Acesso em: 07 dez. 2020.

PWC. **How Blockchain Technology Could Improve the Tax System**. Reino Unido, Dezembro 2016. Disponível em: <https://www.pwc.co.uk/issues/futuretax/assets/documents/how-blockchain-could-improve-the-tax-system.pdf>. Acesso em: 3 jun. 2021.

PWC. **Tax function of the future: How Tax is leveraging AI – Including machine learning – in 2019**. Estados Unidos, 2019. Disponível em: <https://www.pwc.com/gx/en/tax/publications/assets/how-tax-leveraging-ai-machine-learning-2019.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2021.

PYKES, Kurtis. Oversampling and Undersampling. **Towards Data Science**, 10 de Setembro de 2019. Disponível em: <https://towardsdatascience.com/oversampling-and-undersampling-5e2bbaf56dcf>. Acesso em: 04 dez. 2020.

QUINTELA, Michel Barbosa. **Sistema Tributário Brasileiro e Suas Transformações no Período Recente**. Orientadora: Profa. Denise Lobato Gentil. 2017. 77f. TCC (Graduação) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/4821/1/Monografia_Michel_Barbosa_Quintela%20%281%29.PDF. Acesso em: 02 mai. 2021.

RIEDO, Marianna. **Blockchain, Smart Contracts and The Management of Unregistered IP Rights**. 18 de Dezembro de 2018. Disponível em: https://www.iusinitinere.it/blockchain-smart-contracts-and-the-management-of-unregistered-ip-rights-16344#_ftn. Acesso em: 23 jun. 2020.

RODRIGUES, Hugo Thamir; OLIVEIRA, Antonio Furtado de. A Regressividade do Sistema Tributário Brasileiro. In: **Congresso Interinstitucional UNISC/URCA: Promovendo Políticas Públicas, Concretizando Demandas Sociais**, 1., 2017, Crato – Ceará. Disponível em: <https://online.unisc.br/acadnet/anais/index.php/ppds/article/view/16449>. Acesso em: 02 mai. 2021.

ROSA, Felipe Calas; GRECCO, Marta Cristina Pelucio. **Blockchain E Smart Contracts Como Ferramentas De Gestão Na Tributação Da Prestação De Serviços Digitais**. Advanced In Scientific And Applied Accounting (ASAA) Journal, v.13, n.1, jan/abr 2020. Disponível em: <https://asaa.anpcont.org.br/index.php/asaa/article/view/631/pdf>. Acesso em: 25 jun. 2020.

ROZENBERG, Grzegorz; BACK, Thomas; KOK, Joost N. **Prefácio para Handbook of Natural Computing**. 1ª Edição. Heidelberg – Alemanha: Editora Springer Berlin Heidelberg, 2012.

RUSSELL, Stuart J.; NORVIG, Peter. **Artificial Intelligence: A Modern Approach**. 3ª Edição. New Jersey: Pearson Education Inc

SCHENK, Alan; OLDMAN, Oliver. **Value Added Tax: A Comparative Approach**. 1. Ed. Nova Iorque – NY, Cambridge University Press. 2007.

SCHUMPETER, Joseph Alois. **The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest and the Business Cycle**. 1ª Ed. Cambridge – Massachussets: Harvard University Press, 1934.

SHADOWEN, Ashley Nicole, "Ethics and Bias in Machine Learning: A Technical Study of What Makes Us "Good" (2017). **CUNY Academic Works**. Disponível em: https://academicworks.cuny.edu/jj_etds. Acesso em: 28 mai. 2021.

SILVA, Leonardo Bruno da. **Inteligência Artificial aplicada ao Direito Tributário**. Orientador: Carlos César Sousa Cintra. 2020. 70 f. TCC (Graduação) – Curso de Direito, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/55417>. Acesso em: 16 jun. 2021.

SILVEIRA, Sérgio Almeida. (2017). Governo dos Algoritmos. **Revista de Políticas Públicas**, v. 21, n. 1, p. 267-285. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3211/321152454013.pdf>. Acesso em: 29 mai. 2021.

SINGH, Simon. **The Code Book: How To Make It, Break It, Hack It, Crack It**. 1.ed. New York – NY; Editora Delacorte Press, 2001.

SINGHAL, Bikramaditya; DHAMEJA, Gautam; PANDA, Priyansu Sekhar. **Beginning Blockchain: A Beginner's Guide to Building Blockchain Solutions**. 1.ed. New York – NY; Editora Springer Science+Business Media, 2018.

SMITH, Adam. **A Riqueza das Nações: Investigação sobre sua Natureza e suas Causas**. Ed. Abril Cultural, Coleção: Os Economistas, São Paulo. 1983.

SULTAN, Karim; RUHI, Umar; LAKHANI, Rubina. **Conceptualizing Blockchains: Characteristics & Applications**. 11th International Association for Development of the Information Society (IADIS) International Conference Systems, 2018, p.52. Disponível em: <http://www.iadisportal.org/digital-library/conceptualizing-blockchains-characteristics-applications>. Acesso em: 25 jun. 2020.

SWAN, Melanie. **Blockchain: Blueprint For A New Economy**. 1.ed. Sebastopol – CA; Editora O'Reilly Media Inc., 2015.

TAPSCOTT, Don; TAPSCOTT, Alex. **Blockchain Revolution – How The Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business And The World**. 1.ed. New York – NY; Editora Penguin Random House LLC, 2016.

TEIXEIRA, Hélio. Modelagem Computacional. **Hélio Teixeira Org**, 5 de Novembro de 2015. Disponível em: <http://www.helioteixeira.org/complexidade/modelagem-computacional/>. Acesso em: 02 dez. 2020.

TEIXEIRA, Paulo Henrique. O Que É Gestão Tributária. **Portal de Auditoria**. 07 jul. 2010. Disponível em: <http://www.portaldeauditoria.com.br/artigos/O-QUE-%C3%89-GEST%C3%83O-TRIBUT%C3%81RIA.asp#:~:text=O%20QUE%20%C3%89%20GEST%C3%83O%20TRIBUT%C3%81RIA&text=%C3%89%20o%20processo%20de%20gerenciamento,tenham%20rela%C3%A7%C3%A3o%20direta%20com%20tributos>. Acesso em: 31 mai. 2021.

TELHO, Pedro Paulo Mendonça. **Blockchain e Eleições: Fortalecimento Democrático**. Disponível em: <https://www.insper.edu.br/wpcontent/uploads/2018/09/PropostaITPedroPauloMendoncaTelho.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2020.

THAGARD, Paul. Cognitive Science. **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**, 23 de Setembro de 1996. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/cognitive-science/>. Acesso em: 02 dez. 2020.

THE WORLD BANK. **Doing Business 2019: Training for Reform**. Washington DC – EUA, 2019. Disponível em: <https://www.doingbusiness.org/en/reports/global-reports/doing-business-2019>. Acesso em: 13 mai. 2021.

TMF Group. **Global Business Complexity Index 2020**. [S.l]: TMF Group, 2020. Disponível em: https://branden.biz/wp-content/uploads/2020/08/TMF-Group_Publication_GBCI-2020_0620.pdf. Acesso: 12 mai. 2021.

TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO DISTRITO FEDERAL E DOS TERRITÓRIOS. TJDFTF lidera número de projetos de Inteligência Artificial no Poder Judiciário. **Portal TJDFTF**. Brasília, jan. 2021. Disponível em: <https://www.tjdft.jus.br/institucional/imprensa/noticias/2021/janeiro/tjdft-e-o-tribunal-com-mais-projetos-de-inteligencia-artificial>. Acesso em: 11 jun. 2021.

TRT. RECURSO ORDINÁRIO: RO: 29784 SP 029784/2012. Relator: Desembargador Helcio Dantas Lobo Junior. DJ: 27/04/2012. **JusBrasil**. Disponível em: <https://trt-15.jusbrasil.com.br/jurisprudencia/21587527/recurso-ordinario-ro-29784-sp-029784-2012-trt-15/inteiro-teor-110380082>. Acesso em: 27 nov. 2020.

ULRICH, Fernando. **Bitcoin — A Moeda Na Era Digital**. 1. ed. São Paulo – SP; Instituto Ludwig von Mises Brasil, 2014.

VALLE, Maurício Dalri Timm do. O Princípio da Anterioridade Tributária. **Revista Jurídica – UNICURITIBA**, Curitiba, v.2, n.29, p.406-417, 2012. Disponível em: <http://revista.unicuritiba.edu.br/index.php/RevJur/article/view/530/414>. Acesso em: 05 dez. 2020.

VASCONCELOS, André Rogério; SANTANA, Irailson Calado; PAES, Nelson Leitão; RIBEIRO, Roberto Name; KITAZAWA, Wilson Massatoshi. Sistema e Administração Tributária: Uma Visão Geral. **Estudo Tributário N° 08**, Brasília, [S.l], p.1-25, ago.

2002. Disponível em: <https://receita.economia.gov.br/dados/receitadata/estudos-e-tributarios-e-aduaneiros/estudos-e-estatisticas/estudos-diversos/sistema-e-administracao-tributaria>. Acesso em: 24 mai. 2021.

VIEIRA, Gabriel Antônio de Moraes. Princípio da Seletividade pelas Balizas da Tributação Ambiental: IPI e ICMS. **Cadernos do Programa de Pós-Graduação em Direito – PPGDir./UFRGS**, Porto Alegre, v. 8, n. 1, ago. 2013. ISSN 2317-8558. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/ppgdir/article/view/40404>. Acesso em: 09 dez. 2020.

VILLAS-BÔAS, Marcos de Aguiar.. A teoria da tributação ótima aplicada ao sistema tributário brasileiro: Parte 1 – “The Wealth of Nations” de Adam Smith. **Direito UNIFACS – Revista Eletrônica Mensal – Debate Virtual**.v.1, n.181, p.1-7, Jul. 2015. Disponível em: <https://revistas.unifacs.br/index.php/redu/issue/view/218>. Acesso em: 07 abr. 2021.

WEITZEL, Simone da Rocha. **Elaboração de uma política de desenvolvimento de coleções em bibliotecas universitárias**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

WEST, Darrell M. ALLEN, John R. How artificial intelligence is transforming the world. **Brookings**. Disponível em: <https://www.brookings.edu/research/how-artificial-intelligence-is-transforming-the-world/>. Acesso em: 28 mai. 2021.

WIRTSCHAFTSUNIVERSITÄT WIEN. WU Global Tax Policy Center. **Blockchain 101 for Governments**. Genebra, 2017. Disponível em: https://www.un.org/esa/ffd/wp-content/uploads/2017/10/15STM_Blockchain-101.pdf. Acesso em: 5 jun. 2021.

XU, He; SHEN, Weiwei; LI, Peng; QIAN, Cong. **An Efficient RFID Reader Network Planning Strategy Based on P2P Computing**. Advances on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing, Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, Asan, v.1, n.1, p.383, nov.2016.