

# Sensores, medidores, redes e cidades inteligentes

## A Lei de Moore e seus desdobramentos tecnológicos

Alberto Villela

Leonardo do Egito Coelho

Em 1965, o engenheiro eletrônico Gordon Moore demonstrou que o número de transistores (dispositivos base da eletrônica) em um circuito integrado (“chip”) dobrava aproximadamente a cada dois anos, com um aumento correspondente na capacidade de processamento ou armazenamento de informação no mesmo espaço físico, com conseqüente redução nos custos. Este crescimento exponencial tem se mantido até hoje, de forma que, se um chip continha dezenas de transistores quando Moore formulou sua “lei”, hoje eles podem conter bilhões. Nenhuma outra área do conhecimento humano evoluiu tanto, desde então, disparando uma revolução tecnológica global, que resultou na adoção e acesso maciço a computadores pessoais, internet, computação e armazenamento na nuvem, *smart phones*, *smart TVs*, robótica, impressão 3D, “drones”, criptomoedas, inteligência artificial. Além do setor de informática e telecomunicações, a “lei” de Moore tem afetado o setor energético e o setor de transportes, conforme segue:

A crescente pressão para uma urgente transição energética se deve ao fato de o setor ser responsável por cerca de 80% das emissões de carbono na atmosfera, principal causa das mudanças climáticas globais. A transição preconiza a rápida descarbonização da matriz energética global, com a migração do uso de fontes fósseis (carvão, petróleo e gás natural), para energia elétrica “limpa”, sem emissões de gases de efeito estufa, tais como as fontes eólica, solar fotovoltaica (FV), hidráulica, nuclear, geotérmica e biomassa residual. Apesar de décadas de alerta dos cientistas, as fontes fósseis ainda hoje respondem por cerca de 80% da energia final consumida no planeta: o gás natural e o carvão ainda são as principais fontes de geração elétrica, ao passo que derivados do petróleo predominam no setor de transportes. Esta inércia se deve aos investimentos trilionários afundados na infraestrutura energética global, baseada em fontes fósseis: termelétricas, poços de petróleo, gasodutos, oleodutos, navios, refinarias, postos de combustíveis etc. Isto implica numa descarbonização lenta, num processo que, inevitavelmente, durará décadas. Isto comprometerá o atingimento das metas climáticas, demandando maior ênfase na adaptação aos crescentes extremos climáticos. Para tanto, será necessário o uso crescente de sistemas de alerta à população, que, por sua vez, demandará dos gestores públicos a distribuição ubíqua de sensores de toda sorte, para fins de tomada de decisão.

A principal característica do produto eletricidade, base de toda sociedade moderna, é que ele, historicamente, tem sido um fluxo não-estocável, fruto de um processo simultâneo de geração e utilização, geralmente mediado por redes de transmissão e distribuição. Isto tem exigido a antecipação do comportamento da demanda e o

planejamento de sobrecapacidade, devido às características da curva de demanda elétrica, com picos e vales. Isto são características típicas de uma Indústria de rede, que é o conjunto de indústrias dependentes da implantação de redes físicas necessárias à operação e à prestação de serviço (transporte e distribuição ao consumidor dos seus respectivos produtos). Elas são caracterizadas pelo equilíbrio instantâneo entre oferta e demanda, ainda que não no mesmo espaço físico; por extensa rede de interconexão entre agentes; volatilidade de demanda no tempo (requer capacidade ociosa); elevados custos afundados, mas forte efeito multiplicador econômico. O fornecimento de água e gás natural encanado em centros urbanos também se qualifica como indústria de rede, caracterizada como sendo um monopólio natural. Dada a sua natureza, o proprietário de uma rede monopoliza a oferta do produto transportado, cobrando por estas utilidades valores que remunerem os investimentos de implantação da infraestrutura.

Uma das indústrias que mais se beneficiou com o milagre da microeletrônica foi a dos painéis fotovoltaicos (FV), cujos custos de fabricação caíram mais de 95%, neste quarto de século. A determinação do Estado Chinês em se tornar líder mundial em fabricação, o fato das células serem produzidas com o mesmo material semiconductor (silício) e a economia de escala única que os painéis FV proporcionam (pois estes são os mesmos em pequenas e grandes instalações) tornou a geração fotovoltaica a mais competitiva fonte elétrica (LCOE<sup>1</sup>) na história em quase todo o mundo<sup>2</sup>. Não há sinais que outra fonte de geração consiga reverter este processo de domínio crescente do solar FV. Segundo a ANEEL, existiam, no início de 2025, cerca de 3,3 milhões de consumidores com sistemas de micro e minigeração distribuída (MMGD), conectados à rede de distribuição, com potência instalada aproximada de 37 gigawatts, predominantemente de fonte solar FV. Todos estes clientes possuem medidores de energia elétrica bidirecionais, medindo o fluxo nos dois sentidos. Eles são “prossumidores”, que demandam da concessionária dispositivos de medida modernos.

Outra indústria que tem apresentado igual sucesso em reduzir seus custos de fabricação ao longo do século XXI é a de baterias, particularmente as de íon de lítio (Li-íon). Da mesma forma, a China apresenta amplo domínio tecnológico e de mercado deste produto, com uso crescente em dois grandes mercados: carros elétricos e a geração e distribuição elétrica. Esta combinação do protagonismo crescente da energia FV, que permite a um consumidor fornecer eletricidade excedente à rede e o advento das baterias, que tornam a eletricidade um bem estocável, estão demandando uma nova infraestrutura do setor elétrico, particularmente no setor de distribuição.

---

<sup>1</sup> LCOE – sigla em inglês para o custo nivelado de energia, parâmetro que considera os custos de capital na implantação de uma fonte de geração e os custos de operação e manutenção, num horizonte típico de 20 a 30 anos.

<sup>2</sup> Em alguns locais, em altas latitudes, a energia eólica apresenta menor LCOE.

A disseminação do uso de baterias e inversores híbridos<sup>3</sup> trará maior incentivo para as unidades consumidoras do grupo B (unidades atendidas em baixa tensão) para optarem pela tarifa branca,<sup>4</sup> uma vez que a energia armazenada nas baterias em horário fora de ponta (mais barato) pode ser usado em horário de ponta (mais caro). Da mesma forma, geradoras e distribuidoras elétricas mundo afora estão investindo crescentemente em grandes sistemas de baterias, dando início ao fim do paradigma secular da não-estocabilidade da energia elétrica.

A queda exponencial no custo das baterias também está revolucionando o setor de transportes, particularmente no segmento de carros de passeio. Em 2024, 20% dos cerca de 80 milhões de veículos de passeio vendidos no mundo eram elétricos e a Agência Internacional de Energia estima que, em 2025, sua proporção alcance 25% do total vendido. Um crescente número de países tem declarado a proibição da venda de veículos a combustão interna a partir da década que vem. Projeta-se que 50% dos veículos adquiridos na China (maior frota e 40% do mercado global, em 2024), em 2025, deverão ser elétricos. Para além das óbvias vantagens ambientais, motores elétricos também são muito mais eficientes no uso de energia.

Por se tratarem de máquinas térmicas, mesmo após sua invenção, em fins do século XIX, veículos com motor a combustão interna (diesel, gasolina) operam com eficiência típica entre 20 e 30%, ao passo que motores elétricos apresentam cerca de 90% de eficiência. Por possuírem menos partes móveis, veículos elétricos (VE) duram mais, São computadores sobre rodas, estão mais preparados para revisões de software, futura conversão em carro autônomo etc. Como a bateria é a principal fonte de custos de um VE, sua contínua queda de preço torna os carros a combustão interna a cada dia menos competitivos, facilitando a transição energética por motivos puramente econômicos.

Tipicamente, a capacidade de armazenamento de uma bateria de um VE corresponde a vários dias de consumo elétrico de uma residência. Na falta de suprimento elétrico por parte da concessionária, em tese, é possível abastecer uma residência com uma bateria de um VE. Esta bateria, por sua vez, pode ser abastecida por painéis FV, dotando o usuário de autonomia no processo de fornecimento de combustível para o automóvel.

A tecnologia V2G (Vehicle-to-Grid, ou Veículo para a Rede) permite que veículos elétricos não só recebam energia da rede elétrica, mas também a devolvam. Esta

---

<sup>3</sup> O sistema híbrido de energia solar é a combinação entre um sistema conectado à rede elétrica (On Grid) e um sistema de baterias para armazenamento (Off Grid). Isso significa que ele pode tanto fornecer energia diretamente para a rede quanto armazenar o excesso em baterias

<sup>4</sup> Tarifa branca é uma opção tarifária criada pela ANEEL que sinaliza a variação no valor da energia de acordo com o dia e o horário do consumo. Ou seja, o valor da energia será cobrado de acordo com o horário e dia em que o consumo ocorreu. Um dia é dividido em três faixas de horário: 1) de ponta (quando o valor da energia é mais caro); 2) intermediário (mais caro do que o convencional); e 3) fora de ponta (quando o valor da energia é mais barato que o convencional). Nos feriados e finais de semana, todas as horas do dia são consideradas fora de ponta.

tecnologia transforma os veículos elétricos em baterias móveis, armazenando energia renovável para descarregá-la de volta à rede em momentos de pico de demanda, equilibrando o sistema elétrico, reduzindo custos para os consumidores e promovendo a sustentabilidade. Para esta tecnologia vicejar, é necessária uma rede inteligente, que sinalize o sentido apropriado de escoamento de energia elétrica.

*Smart Grid* (rede inteligente, em inglês) é uma rede elétrica que pode integrar de forma econômica o comportamento e as ações de todos os usuários conectados a ela – a fim de garantir um sistema de energia economicamente eficiente, sustentável, com baixas perdas e altos níveis de qualidade e segurança do fornecimento e segurança, tal como uma rede telecomunicações. Uma rede inteligente emprega produtos e serviços inovadores<sup>5</sup>, juntamente com tecnologias inteligentes de monitoramento, controle, comunicação e auto recuperação.

O coração deste sistema são os medidores inteligentes, versões mais modernas (com eletrônica digital) dos medidores convencionais (eletromecânicos), que disponibilizam uma série de funcionalidades inovadoras, como leitura digital com armazenamento em memória, mas que demanda a implantação (ou contratação) de uma rede de comunicação de dados privada, por parte das concessionárias. Os medidores inteligentes não estão restritos ao setor elétrico, sendo empregados em outras indústrias de rede, como os sistemas de distribuição de gás encanado e água, entre outros.

As redes inteligentes permitem a identificação instantânea e precisa de quedas no fornecimento na rede e a realização automática de manobras necessárias para viabilizar um pronto reestabelecimento do fornecimento. Proporciona um conhecimento mais profundo do comportamento de consumo dos clientes, aperfeiçoando o planejamento da ampliação da oferta. Outro benefício é o controle mais apurado de fraudes comerciais ou de perdas operacionais, que podem ser identificadas mediante mudanças no comportamento do consumo. O uso de inteligência artificial será fundamental para a extração de informações úteis a partir de uma enxurrada de dados coletados.

Em particular, o uso coordenado dos recursos elétricos distribuídos permite constituir uma Usina Virtual de Energia (“VPP”, sigla em inglês), uma rede de recursos energéticos descentralizados, como painéis solares residenciais, baterias e outros dispositivos, que são controlados de forma inteligente por um sistema central para atuar como uma única usina de energia maior. As VPPs agregam esses recursos energéticos distribuídos para fornecer suporte à rede, compartilhando a energia armazenada durante os picos de demanda, aumentando assim a confiabilidade da rede, integrando melhor as energias renováveis e oferecendo benefícios financeiros aos participantes.

Uma cidade inteligente é uma área urbana que usa diferentes tipos de sensores eletrônicos de coleta de dados para fornecer informações que são usadas para

---

<sup>5</sup> Programação remota de acionamentos e desligamentos de aparelhos eletrodomésticos, envio de eventos e alarmes, leitura remota

gerenciar ativos e recursos de forma eficiente. Seus pilares são sensores, conectividade e dados. Além dos citados medidores inteligentes, adicionam-se sensores climáticos (temperatura, pluviosidade, luminosidade, emissão de gases etc.), velocidade, movimento, além de câmeras de vídeo e, eventualmente, infraestrutura elétrica e de comunicações para atender a futura demanda de veículos elétricos autônomos. Estes deverão compor as frotas de táxi (ou similar), sendo utilizadas intensamente (20 horas ou mais por dia), o que levará a uma redução na frota de veículos privados das cidades. Este fenômeno proporcionará às cidades retomarem espaços hoje destinados a pistas de rolamento, demandando novo ordenamento no uso de espaços públicos.

Como desdobramento da Lei de Moore, o número total de sensores no planeta cresceu de milhões, no início do século, para trilhões, nos dias de hoje, graças a materialização da "internet das coisas" (IoT<sup>6</sup>, sigla em inglês), na qual incontáveis dispositivos são equipados com sensores que coletam dados e se conectam a redes de comunicação, pública ou privada. Outro fenômeno da eletrônica, o advento da tecnologia de telefonia celular 5G proporcionou uma base sólida para a proliferação de dispositivos que se comunicam por radiofrequência (RF) e que demandam alta velocidade de transmissão de dados (megabits/segundo) ou baixa latência.

No entanto, tipicamente, particularmente no campo ou na periferia de centros urbanos, um sensor estará fora do alcance de uma estação radio base (ERB) de uma rede 5G e sua necessidade em termos de velocidade de comunicação e latência está muito aquém daquela proporcionada por uma rede de telefonia celular ou mesmo uma rede de comunicação via satélite (Starlink e semelhantes).

LoRa ("Long Range", "longo alcance", em inglês) é uma tecnologia de comunicação sem fio usada para conectar dispositivos chamados LPWAN<sup>7</sup> (redes de grande escala espacial com dispositivos de baixo consumo energético). O LoRa permite a transmissão de pequenas quantidades de dados por longas distâncias (3 a 4 km em áreas urbanas e até 12 km em áreas rurais com visada), com baixo consumo de energia, sendo amplamente utilizada em aplicações de cidades inteligentes, agricultura de precisão e monitoramento ambiental, rastreamento de ativos. Criada pela Semtech e com uso liberado no Brasil, na faixa não-licenciada<sup>8</sup> do espectro de frequência (915 Mhz), esta

---

<sup>6</sup> A Internet das Coisas consiste em um sistema de dispositivos de computação inter-relacionados, tais como objetos físicos, animais, humanos, todos dotados de um identificador único (UID), sensores, atuadores, controladores com capacidade de processamento e memória, software e outras tecnologias que conectam e trocam dados com outros dispositivos e sistemas pela Internet ou outras redes de comunicação, sem a necessidade de interação entre humanos ou humano-computador.

<sup>7</sup> Outra alternativa de comunicação de dispositivos LPWAN é o Sigfox, que também funciona no Brasil na faixa ISM de 915 Mhz e que possui alcance ainda maior do que o LoRa, às custas de uma taxa de transmissão mais baixa, proporcionando menor flexibilidade.

<sup>8</sup> As faixas de frequência ISM (Industrial, Scientific and Medical) são bandas de radiofrequência reservadas internacionalmente para uso não-comercial, permitindo a operação de dispositivos sem a necessidade de licença específica. As frequências exatas variam por região, mas exemplos comuns incluem a banda de 902-928 MHz (no Brasil e EUA) e a banda de 2.4 GHz, amplamente utilizada para Wi-Fi, Bluetooth e micro-ondas.

tecnologia foi desenvolvida especificamente para o estabelecimento de uma rede de comunicação de medidores inteligentes, pois seu alcance diferenciado permite o estabelecimento de uma rede privada, gratuita, de comunicação compatível com a alta densidade e dispersão espacial dos medidores inteligentes.

Para a materialização de uma cidade “inteligente”, gestores públicos terão que casar o explosivo crescimento de dados providos por sensores com a igualmente crescente capacidade de agentes de inteligência artificial de lidar com a envergadura da base de dados, para fins de extração de informação útil que leve a uma tomada de decisão mais eficaz. Sensores hidrológicos<sup>9</sup>, energéticos<sup>10</sup>, climáticos<sup>11</sup> (integrados ao INMET), aplicativos de alerta à população via celular, câmeras de vídeo (estacionárias ou montadas em drones), sistemas de controle de toda sorte farão parte da paisagem.

A disseminação do IoT também ocorre no campo, a cada dia mais gerido de forma profissional, menos familiar, fenômeno não restrito ao Brasil. Entretanto, a revolução da eletrônica universalizou a disponibilidade dos meios para a construção de soluções de sistemas de sensoriamento e controle de recursos naturais (água, energia, biomassa) para todos os proprietários poderem gerir mais eficazmente suas terras. Se não hoje, em breve.

Parece inevitável que a gestão de uma propriedade, cidade ou nação seja crescentemente automatizado, como já é em muitos segmentos. A temperatura global recorde tem levado a uma maior incidência e intensidade de eventos climáticos extremos (inundações, incêndios, secas, ondas de calor, furacões), a elevação inexorável do nível dos mares, a perda acentuada da biodiversidade, em terra e no mar, a degradação da terra etc. tem levado a crescentes conflitos, particularmente em países com escassez de recursos naturais. À medida que a sistemas de IoT se tornam universais, as respostas para uma gestão eficaz da sociedade, que considere variáveis físicas, sociais, econômicas, políticas se mostrarão, paradoxalmente, além da capacidade dos gestores humanos: estes tem que recorrer à fé de que os modelos de IA foram adequadamente desenvolvidos.

Cabe notar a rápida adoção de tecnologias por parte da sociedade brasileira: hoje, o Brasil convive harmonicamente com um sistema de pagamento eletrônico (PIX), via uso de smartphone com código QR. O papel moeda está com os dias contados. Aplicativos populares como Gov.br facilitam, em muito, a vida do cidadão. Entretanto, poucos

---

<sup>9</sup> Nível, vazão, temperatura, pH, DBO, DQO

<sup>10</sup> Voltagem, corrente, potência, temperatura

<sup>11</sup> Temperatura, umidade relativa do ar, luminosidade, direção e intensidade de ventos, pluviosidade

gestores públicos conhecem as novas regras que flexibilizam a compra governamental de produtos frutos de inovação.

## CIDADES INTELIGENTES NA PERSPECTIVA DO MARCO REGULATÓRIO DA INOVAÇÃO

O conceito de cidades inteligentes já vem sendo adotado desde o início do século corrente pelo menos, se popularizando cada vez mais. Os objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS<sup>12</sup>) e práticas de ESG<sup>13</sup> têm contribuído para impulsionar esta realidade digital. Fatores de inovação e tecnologia na administração pública vêm causando uma verdadeira revolução no estado, alterando padrões de comportamento entre governantes e gestores públicos para uma relação mais próxima e de parceria com a sociedade civil, principalmente através das startups<sup>14</sup>, para solução de problemas não completamente resolvidos.

Os governos de todas as esferas sempre foram tidos como clientes em potencial, até porque o estado geralmente é o principal responsável pelo financiamento dos maiores avanços da humanidade. No caso do estado brasileiro, as compras públicas estão estimadas em um trilhão de reais por ano, valor expressivo que demonstra bem esse poder de compras governamentais e o que os gestores públicos podem fazer para transformar o ambiente, se estiverem alinhados com os marcos legais atuais das compras públicas por inovação. Assim com o estado deve ser visto como um agente empreendedor, que historicamente sempre esteve à frente dos maiores investimentos ao longo da história, as cidades inteligentes ou *smart cities* podem ser consideradas como as áreas urbanas ou rurais, que utilizam tecnologias da informação e comunicação para melhorar a qualidade de vida dos cidadãos, promovendo sua inclusão digital, otimizando a gestão urbana, o desenvolvimento sustentável, além da integração entre diversos ecossistemas como agricultura, educação, saúde, governança, segurança e outros, buscando soluções inovadoras para problemas urbanos e oferecendo serviços mais eficientes.

O marco legal da inovação ou lei das startups, instituído pela lei complementar 182/21, representou um significativo avanço ao criar uma modalidade de contratação focada na inovação, exatamente porque o rigor dos procedimentos licitatórios não convidavam o gestor público para as incertezas da inovação, até o advento deste novo marco regulatório do empreendedorismo inovador, sempre foi costume a iniciativa privada assumir riscos do negócio, ao contrário do estado e hoje há um ambiente favorável para parceria. Embora o momento ainda seja de transição, há uma forte tendência e inexorável destino, para que os gestores públicos consigam superar esta inércia, pelo receio da insegurança jurídica, por não saberem como os órgãos de controle poderiam avaliar suas condutas e contratações. Embora a falta de experiências para serem compartilhadas entre os gestores públicos continue sendo um problema, a tendência é de uma adesão cada vez maior destes à esta nova modalidade de contratação por

---

<sup>12</sup> ODS ou Objetivos de Desenvolvimento Sustentável são 18 metas globais estabelecidas pela ONU para sustentabilidade até 2030

<sup>13</sup> ESG é o conjunto de critérios e diretrizes que as empresas utilizam para avaliar e melhorar seu desempenho em questões ambientais, sociais e de governança

<sup>14</sup> Startups são empresas emergentes que buscam modelo de negócio inovador e escalável

inovação, onde a aplicação da lei de licitações é subsidiária. Essas novas possibilidades de contratos, admitidos pela lei de licitações permitem aos gestores públicos se concentrarem mais no problema enfrentado, se necessariamente elegerem anteriormente uma solução dentre várias alternativas possíveis, descrevendo com precisão as especificações técnicas como condição para licitar.

Com o advento do novo marco legal da Inovação ou lei das startups, o gestor público não precisa mais se sentir inibido ou mesmo coibido para não contratar, como eram antes com os efeitos comportamentais causados pela hoje revogada lei de licitações 8.666, que impunha quase uma obsessão para as compras pelo menor ou melhor preço, que levava muitas vezes ao que se hoje costuma chamar de “apagão das canetas”, ou seja, o gestor público com receio, medo de contratar ante os rigores dos órgãos controladores, deixava de contratar o que seria a melhor solução para o problema. Hoje a lei de licitações é a 14.133, que substituiu a anterior 8666, e que combinada com a lei de inovações, rege atualmente as compras públicas por inovação. Esse crescimento de contratação por inovação acontecerá naturalmente e na medida da adesão dos gestores públicos não só ao termo de cidades inteligentes, intensificando estudos e diretrizes para alcançar uma interconexão entre os diversos ecossistemas como agricultura, saúde, educação e outros ambientes de inovação conectados. A adoção de práticas inovadoras e soluções desenvolvidas por startups para os diversos ecossistemas, deverá ser mesma adotada por gestores públicos para as contratações realizadas na modalidade contratação por inovação, seja por encomenda tecnológica<sup>15</sup> para quando não há solução pronta, seja para Compra Pública de Solução Inovadora (CPSI<sup>16</sup>), para quando existe uma solução em desenvolvimento ou seja por concurso tecnológico<sup>17</sup>, quando existem algumas soluções tecnológicas para se escolher a mais apropriada.

Nesse sentido foi que estrutura legal na história jurídica recente da inovação no Brasil se formou, tendo início para muitos em 1987 com a primeira lei do Software 7.646/87; depois com a lei de Informática 8.248/91; em seguida merecem destaques os incentivos fiscais para capacitação tecnológica com a criação dos Programas de Desenvolvimento Industrial PDTI em 1993; lei das Fundações de Apoio 8.958/94; lei de Propriedade Industrial 9.279/96; nova lei de Software 9.609/98; lei de Inovação 10.973/2004; lei do Bem 11.196/2005; lei sobre nova organização e governança para o FNDCT 11.540/2007; mais o sistema constitucional de CT&I com a emenda constitucional 85/2015, regulamentada pela lei que definiu o novo marco legal de CT&I; além da figura do Investidor Anjo pela lei complementar 155/2016; Estatuto jurídico das Estatais ou lei 13.303/2016; Regulamento da Lei da Inovação no âmbito da União ou decreto 9.286/2018; lei da política industrial para o setor de tecnologias da informação e da

---

<sup>15</sup> Contratação por encomenda tecnológica é uma ferramenta de compra pública de inovação, usada pelo Estado para contratar pesquisas e desenvolvimento (P&D), que visam obter produtos, serviços ou processos tecnológicos inovadores e inéditos no mercado, os quais envolvem risco tecnológico.

<sup>16</sup> Compra Pública de Solução Inovadora ou Contrato Público de Solução Inovadora (CPSI) é uma modalidade especial de licitação, criada pelo marco legal das startups (lei complementar 182/2021), que permite ao setor público testar soluções inovadoras, em desenvolvimento ou inéditas no mercado para resolver problemas complexos.

<sup>17</sup> Compra pública por concurso tecnológico é um processo de aquisição de bens e serviços inovadores pelo setor público, que vai além da compra de bens comuns, utilizando modalidades específicas como desafios ou diálogos competitivos para solucionar problemas complexos.

comunicação e para o setor de semicondutores 13.969/2019, que alterou a lei de Informática; lei do Governo Digital 14.129/2021; e finalmente a nova lei de licitações e contratos administrativos 14.133/2021, mais o marco legal das startups e do Empreendedorismo Inovador com a lei complementar 182/2021.

A realidade atual da inovação traz um novo elemento tecnológico, disruptivo para todos ecossistemas e fundamental para ser considerado, que diz respeito à revolução digital em curso, que já afeta o mercado de trabalho como um todo, através da Inteligência Artificial, gerando uma preocupação e risco diante do exponencial crescimento da tecnologia e acesso às plataformas de IA do mundo contemporâneo, impactando mais segundo estudo da Microsoft, os que dependem da linguagem, produção de conteúdo, áreas de computação, matemática, comunicação, direito e aqueles dependentes de tarefas repetitivas, que não estiverem adaptados à ferramentas como chatgpt, Gemini, DeepSeek, plataformas de automação de documentos, sistemas de pesquisa com IA, atendimentos personalizados, chatbots etc. Estes trabalhadores serão mais impactados do que os outros que desempenham trabalho manual, operação de máquinas ou que desenvolvam atividades físicas, em alguns casos que a máquina se mostra ainda que somente com seus algoritmos é incapaz de substituir a lógica humana.

Este momento da 4ª Revolução da Informática<sup>18</sup> está transformando os modelos de produção, sem retirar o protagonismo do trabalho humano é o que nos apontam pesquisas mais realistas, embora em futuro próximo que já se confunde com o presente, será exigida uma maior qualificação para além da inclusão digital. Tudo isto tem exigindo maiores discussões éticas e projetos para uma nova regulamentação, como a iniciativa do senador Rodrigo Pacheco, que apresentou o projeto de lei 2338/2023, para tratar sobre o marco regulatório para a inteligência artificial, em tramitação no Congresso Nacional e que dispõe sobre o desenvolvimento, o fomento, o uso ético e responsável da IA, com base na centralidade da pessoa humana. Se é verdade que não somos o que queremos, mas sim o que acreditamos, um lema muito utilizado no universo das startups, baseado no poder da informação, devemos crer que o cenário atual é de muitas possibilidades, especialmente se considerarmos o ecossistema da Inovação completo em todos segmentos da economia, com seus principais agentes empresários, universidades e governos, especialmente e na medida em que estes gestores públicos estiverem mais adaptados, adequados e comprometidos com o desenvolvimento tecnológico, principalmente para os fins de compras públicas por Inovação, para serem capazes de diminuir a distância entre o Estado e a sociedade civil em favor de uma cidadania plena. Assim será o futuro com inteligência artificial, onde a chave de entrada para as cidades inteligentes certamente serão os medidores eletrônicos inteligentes.

---

<sup>18</sup> A 1ª Revolução da Informática aconteceu com o microcomputador pessoal; A 2ª Revolução da Informática com o notebook; A 3ª Revolução da Informática com a Internet; A 4ª Revolução da Informática vivemos hoje com a Inteligência Artificial