

IV ENCONTRO VIRTUAL DO CONPEDI

DIREITO E SUSTENTABILIDADE I

JOSEMAR SIDINEI SOARES

MARIA CLAUDIA DA SILVA ANTUNES DE SOUZA

JERÔNIMO SIQUEIRA TYBUSCH

Todos os direitos reservados e protegidos. Nenhuma parte destes anais poderá ser reproduzida ou transmitida sejam quais forem os meios empregados sem prévia autorização dos editores.

Diretoria - CONPEDI

Presidente - Prof. Dr. Orides Mezzaroba - UFSC - Santa Catarina

Diretora Executiva - Profa. Dra. Samyra Haydêe Dal Farra Napolini - UNIVEM/FMU - São Paulo

Vice-presidente Norte - Prof. Dr. Jean Carlos Dias - Cesupa - Pará

Vice-presidente Centro-Oeste - Prof. Dr. José Querino Tavares Neto - UFG - Goiás

Vice-presidente Sul - Prof. Dr. Leonel Severo Rocha - Unisinos - Rio Grande do Sul

Vice-presidente Sudeste - Profa. Dra. Rosângela Lunardelli Cavallazzi - UFRJ/PUCRio - Rio de Janeiro

Vice-presidente Nordeste - Profa. Dra. Gina Vidal Marcilio Pompeu - UNIFOR - Ceará

Representante Discente: Prof. Dra. Sinara Lacerda Andrade - UNIMAR/FEPODI - São Paulo

Conselho Fiscal:

Prof. Dr. Caio Augusto Souza Lara - ESDHC - Minas Gerais

Prof. Dr. João Marcelo de Lima Assafim - UCAM - Rio de Janeiro

Prof. Dr. José Filomeno de Moraes Filho - Ceará

Prof. Dr. Lucas Gonçalves da Silva - UFS - Sergipe

Prof. Dr. Valter Moura do Carmo - UNIMAR - São Paulo

Secretarias

Relações Institucionais:

Prof. Dra. Daniela Marques De Moraes - UNB - Distrito Federal

Prof. Dr. Horácio Wanderlei Rodrigues - UNIVEM - São Paulo

Prof. Dr. Yuri Nathan da Costa Lannes - Mackenzie - São Paulo

Comunicação:

Prof. Dr. Liton Lanes Pilau Sobrinho - UPF/Univali - Rio Grande do Sul

Profa. Dra. Maria Creusa De Araújo Borges - UFPB - Paraíba

Prof. Dr. Matheus Felipe de Castro - UNOESC - Santa Catarina

Relações Internacionais para o Continente Americano:

Prof. Dr. Heron José de Santana Gordilho - UFBA - Bahia

Prof. Dr. Jerônimo Siqueira Tybusch - UFSM - Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Paulo Roberto Barbosa Ramos - UFMA - Maranhão

Relações Internacionais para os demais Continentes:

Prof. Dr. José Barroso Filho - ENAJUM

Prof. Dr. Rubens Beçak - USP - São Paulo

Profa. Dra. Viviane Coêlho de Séllos Knoerr - Unicuritiba - Paraná

Eventos:

Prof. Dr. Antônio Carlos Diniz Murta - Fumec - Minas Gerais

Profa. Dra. Cinthia Obladen de Almendra Freitas - PUC - Paraná

Profa. Dra. Livia Gaigher Bosio Campello - UFMS - Mato Grosso do Sul

Membro Nato - Presidência anterior Prof. Dr. Raymundo Juliano Feitosa - UMICAP - Pernambuco

D597

Direito e sustentabilidade I [Recurso eletrônico on-line] organização CONPEDI

Coordenadores: Jerônimo Siqueira Tybusch; Josemar Sidinei Soares; Maria Claudia da Silva Antunes De Souza – Florianópolis: CONPEDI, 2021.

Inclui bibliografia

ISBN: 978-65-5648-420-4

Modo de acesso: www.conpedi.org.br em publicações

Tema: Constitucionalismo, desenvolvimento, sustentabilidade e smart cities.

1. Direito – Estudo e ensino (Pós-graduação) – Encontros Nacionais. 2. Direito. 3. Sustentabilidade. IV Encontro Virtual do CONPEDI (1: 2021 : Florianópolis, Brasil).

CDU: 34



IV ENCONTRO VIRTUAL DO CONPEDI

DIREITO E SUSTENTABILIDADE I

Apresentação

APRESENTAÇÃO

É com muita satisfação que apresentamos o Grupo de Trabalho e Pesquisa (GT) denominado “Direito e Sustentabilidade I,” do IV Encontro Virtual do CONPEDI , realizado por web conferencia, com enfoque na temática “CONSTITUCIONALISMO, DESENVOLVIMENTO, SUSTENTABILIDADE E SMART CITIES”, o evento foi realizado entre os dias 09 a 13 de novembro de 2021.

Trata-se de publicação que reúne 14 (quatorze) artigos que guardam o rigor da pesquisa e o cuidado nas análises, que tiveram como objeto de estudos balizados por referencial teórico da mais alta qualidade e realizadas por pesquisadores comprometidos e envolvidos com a busca da efetividade dos direitos socioambientais. Compõe-se de artigos doutrinários, advindos de projetos de pesquisa e estudos distintos de vários programas de pós-graduação do Brasil, que colocam em evidência para debate da comunidade científica assuntos jurídicos relevantes. Assim, a coletânea reúne gama de artigos que apontam questões jurídicas relevantes na sociedade contemporânea.

Os autores debatem nos artigos, ora apresentados, temas envolventes sobre questões ambientais que buscam solução nos instrumentos jurídicos do Direito Ambiental, e que perpassam inquietudes comuns a Sociedade, sobre danos ambientais e atividades poluidoras, crise hídrica, mudanças climáticas, inundações, mineração, instrumentos de tutela, sistema de responsabilidades pós consumo e outros aspectos de conflitos socioambientais.

Diante de todos os trabalhos apresentados, os quais apresentam diferentes e profundas abordagens teóricas, normativas e empíricas, agradecemos aos autores e autoras pela imensa contribuição científica ao desenvolvimento das discussões sobre Direito, Meio Ambiente e Sustentabilidade. A obra que ora apresentamos certamente servirá de instrumento para futuras reflexões e quiçá para o efetivo avanço na tutela do meio ambiente.

Boa leitura!

Prof^a. Dr^a. Maria Cláudia da Silva Antunes de Souza

Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI/ SC

Prof. Dr. Jerônimo Siqueira Tybusch

Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Josemar Soares

Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI/ SC

Antonio Meneghetti Faculdade - AMF/RS

SOCIEDADE 5.0, SMART CITIES E A INDÚSTRIA 4.0: DA EFICIÊNCIA À SUSTENTABILIDADE

SOCIETY 5.0, SMART CITIES AND INDUSTRY 4.0: FROM EFFICIENCY TO SUSTAINABILITY

Alexandre José Mendes ¹

Alexandre Moraes da Rosa ²

Maria Claudia da Silva Antunes De Souza ³

Resumo

Computando-se a bibliografia especializada identificou-se a dificuldade de se obter a relação cronológica e metodológica entre categorias e conceitos operacionais que informam Smart Cities sustentáveis. Objetiva relacionar adequadamente as categorias: Smart City, Sociedade 5.0, Indústria 4.0, Eficiência, Sustentabilidade, IoT, Computação Ubíqua, entre outras destacadas para a dirimir eventual confusão no uso destes termos, em especial pesquisadores das Ciências Sociais Aplicadas. Conclui-se que a concatenação de diversos fatores depende da cooperação dos agentes humanos para funcionar adequadamente e passando pelas articulações adequadas das categorias evidenciadas em Ciência Jurídica. O método é indutivo com revisão bibliográfica.

Palavras-chave: Sociedade 5.0, Smart city, Computação ubíqua, Sustentabilidade, Eficiência

Abstract/Resumen/Résumé

Computing the specialized bibliography, the difficulty of obtaining the chronological and methodological relationship between categories and operational concepts that inform sustainable Smart Cities was identified. It aims to properly list the categories: Smart City, Society 5.0, Industry 4.0, Efficiency, Sustainability, IoT, Ubiquitous Computing, among others highlighted to resolve any confusion in the use of these terms, especially researchers from Applied Social Sciences. It is concluded that the concatenation of several factors depends on the cooperation of human agents to function properly and going through the appropriate articulations of the categories highlighted in Legal Science. Method is inductive with literature review.

¹ Pós-Doutorando no Programa de Pós Graduação Stricto Sensu em Ciência Jurídica - UNIVALI. Doutor em Direito pela PUC/PR. Pesquisador do Grupo de Pesquisa Spinlawlab (PPCJ – Univali).

² Doutor em Direito pela UFPR. Professor Permanente no Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciência Jurídica – UNIVALI. Pós-Doutorando pela UNB. Líder do Grupo de Pesquisa Spinlawlab (PPCJ /UNIVALI)

³ Doutora e Mestre em Derecho Ambiental y Sostenibilidad -Universidad de Alicante, Espanha. Mestre em Ciência Jurídica - UNIVALI. Professora Permanente no Programa de Pos-Graduacao Stricto Sensu em Ciência Jurídica– UNIVALI.

Keywords/Palabras-claves/Mots-clés: Society 5.0, Smart city, Ubiquitous computing, Sustainability, Efficiency

1 - INTRODUÇÃO

Em 21 de março de 2021 foi publicado o “*The New York City Internet of Things Strategy*”, a qual apresenta as políticas adotadas pela Cidade de Nova York para consolidar amplo conjunto de esforços com o escopo de adaptar e transformar em “cidade efetivamente inteligente”. Neste instrumento reporta-se que o Gabinete do Diretor de Tecnologia do Prefeito (NYC CTO) diante do potencial da IoT (“Internet das Coisas”) percebeu a necessidade de maior conscientização das capacidades do governo municipal, e a necessidade de padrões democráticos de governança para o uso racional e factível das novas tecnologias. (NYC, 2021).

Seguindo diretriz mundial, na última década, o governo da cidade de Nova York aumentou o uso de dispositivos conectados para gerenciar operações, infraestrutura e fornecimento de serviços. Na esfera municipal, até aquele momento, as iniciativas de IoT tem sido amplamente implementadas por agências isoladas, como oportunidades específicas para melhorar as operações ou projetos emergentes (NYC, 2021), justificando a abordagem ampliada de modo a integrar e conectar iniciativas esparsas, reduzindo custos e com eficiência.

Em 2015, o CTO de NYC publicou um documento fundamental, por meio do relatório intitulado *Construindo uma Smart + Equitable City*, acolhendo o resultado de dez estudos de caso em sete agências municipais que “*demonstram a diversidade de maneiras como as tecnologias conectadas podem ajudar melhorar os serviços governamentais e melhorar as vidas de todos os nova-iorquinos.*” (NYC, 2021). Em 2016, o CTO de NYC desenvolveu o “*framework para ajudar o governo e nossos parceiros a implantar de forma responsável dispositivos conectados e tecnologias IoT de maneira coordenada e consistente.*” (NYC, 2021).

Por meio de compromissos abrangentes com as partes interessadas do setor público, setor privado e a academia, associando o resultado de diversas pesquisas realizadas por agências governamentais em todo o mundo, o NYC CTO identificou mais de 450 práticas recomendadas para uso de IoT. Essas descobertas foram destiladas e agregadas no conjunto de “*Diretrizes para a Internet das Coisas*” para a cidade de Nova York seguir. Finalmente, em 2019, o prefeito Bill de Blasio lançou seu plano OneNYC 2050, delineando a visão ampla para o futuro da cidade de Nova York. Como parte do conjunto de compromissos para “*Infraestrutura Moderna*”, a cidade se comprometeu a “*centralizar sua abordagem para sensoramento conectado à Internet*” por meio da estratégia formal de Internet das Coisas. (NYC, 2021). A Estratégia de IoT de Nova York é construída em torno de seis princípios fundamentais: “*→ Governança + Coordenação → Privacidade + Transparência → Segurança + Proteção → Justiça + Equidade → **Eficiência + Sustentabilidade** → Abertura + Engajamento Público*”. grifo nosso (NYC, 2021)

Chama a atenção a distinção marcante entre Eficiência e Sustentabilidade, bem como que a estratégia maior, neste momento, seja mais em relação a técnica (IoT) do que ao engajamento propriamente às tecnologias, tido como decorrência da ampliação de acesso e de meios tecnológicos. Computando-se a bibliografia especializada identificou-se a dificuldade

de se obter a relação cronológica e metodológica entre várias categorias e conceitos operacionais que informam o tema. Por isso, o objetivo do presente esforço de pesquisa é relacionar adequadamente as categorias: *Smart City*, Sociedade 5.0, Indústria 4.0, Eficiência, Sustentabilidade, IoT, Computação Ubíqua, Computação Distribuída, Computação móvel, Computação estática, computação em *grid*, sensoramento participativo, IoT, *Internet*, Computação em Nuvem, Computadores Pessoais, *smartphones*, notebooks, sensoramento e atuação, para auxiliar a dirimir eventual confusão na adequação metodológica destes termos, em especial àqueles pesquisadores das Ciências Sociais Aplicadas. A hipótese é a de que ao se estabelecer a jornada de precedência cronológica entre estas categorias, a partir da definição de “computação”, pode-se apoiar a compreensão da relação entre *Smart City* e Sustentabilidade de modo mais preciso e acurado, de modo tal que as pesquisas posteriores possam se conectar de modo robusto ao modelo referenciado. O método é indutivo com revisão bibliográfica e o uso da técnica da categoria, do referente e do conceito operacional (PASOLD, 2002).

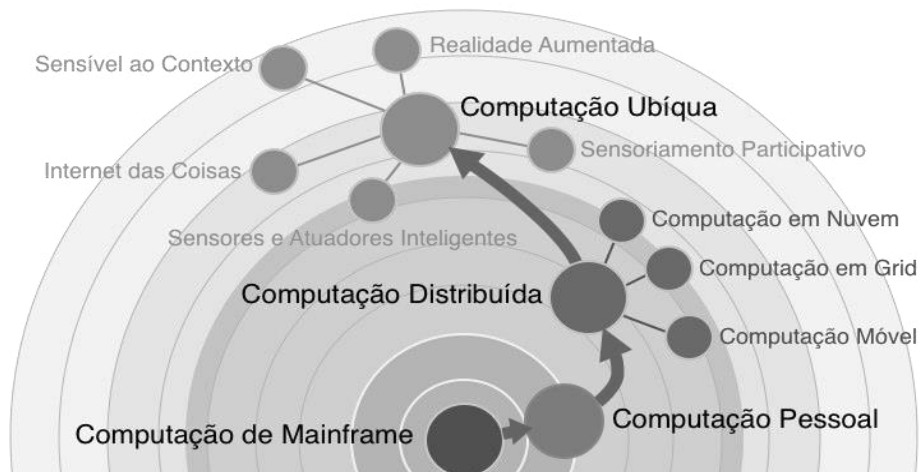
2 – COMPUTAÇÃO UBÍQUA: A CATEGORIA CENTRAL

Conforme Pasold, na pesquisa jurídica é indispensável a mitigação de dubiedades, inconsistências ou incoerências entre os sentidos atribuídos pelos interlocutores de comunicação escrita ou falada, justamente porque se os conceitos e as definições não forem compartilhados, a tendência é a prevalência da ambiguidade, de todo improdutiva. Por isso, o estabelecimento prévio do acordo semântico e se possível pragmático das palavras, mostra-se como condição de possibilidade ao diálogo e ao conhecimento científico. A estratégia assumida é a de explicitar as categorias e conceitos operacionais, propostas de sentido dos significantes prenes de conteúdo, os quais contam com a generosidade do leitor em considerá-las no contexto da pesquisa, em nome da sintonia consensuada de se qualificar o processo de comunicação. Ainda que algumas categorias e conceitos possam ser controversos, quando necessário, será estabelecido o sentido atribuído no contexto, sem prejuízo de novas pesquisas no futuro.

Nas Ciências Sociais Aplicadas tratar dos temas da tecnologia é enfrentar domínio estranho, em que a metodologia prevalecente é o das ciências exatas. Em especial conceitos como *Smart Cities* e Indústria 4.0, articulam-se em segmento tecnológico importante: as Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICs). No entanto, se é possível identificar um denominador comum na articulação de todas as tecnologias envolvidas nesses temas, por certo, é a evolução da computação, pelo qual se pode perceber a dinâmica da sobreposição dos avanços, os efeitos decorrentes da exposição à tecnologia das práticas até então consolidadas, além das externalidades (positivas e negativas).

Neste sentido, o fundamento do potencial destas tecnologias depende do domínio da categoria “computação ubíqua”. É a partir dela que se pode metodologicamente identificar a extensão e profundidade técnica da grandeza e dos riscos do momento tecnológico atual, conforme a representação visual abaixo:

Figura 1 – Fases do desenvolvimento computacional



Fonte: Peixoto, Sarmento e Vianna, 2016.

Conforme a figura acima, a computação tem avançado em fases, e estas cronologicamente oferecem a representação da sequência metódica à compreensão. Assim em uma primeira fase do desenvolvimento computacional reinaram os grandes Mainframes.

Fase 1 Mainframes: Conforme Edson (2016) Mainframe é um computador de grande porte dedicado ao processamento de volumes enormes de dados, com alto desempenho, performance, escalabilidade e segurança. Apesar de serem vinculados à “enorme estrutura centralizada”, pela qual eram executados os processamentos dos dados, ao longo dos anos esse servidor vem ocupando cada vez menor espaço físico e agregando maior capacidade computacional, perdendo a respectiva relevância e função. Evidência disso é que atualmente Mainframes imensos, por exemplo, armazenam dados captados pela empresa Google em países diferentes para garantir sua integridade, isto é, operam de maneira descentralizada. Até a década de 70, em termos computacionais, só se falava em Mainframes, especialmente por decorrência das limitações tecnológicas e dos modelos de negócios centralizados então prevalentes.

Fase 2 Computadores Pessoais: Na década de 80 difundiu-se o uso do computador pessoal ou PC (do inglês *Personal Computer*), constituído por dimensões menores, de pequeno porte, destinado ao uso pessoal ou de pequeno grupo de usuários, nos seus mais variados formatos: computadores de mesa, computadores portáteis, PDAs ou tablets. Além disso, eram executados em vários Sistemas Operacionais e também com diversas arquiteturas distintas, na maioria das vezes, fechadas, dificultando a interação e a conexão. Os Sistemas Operacionais predominantes ainda hoje são os da Microsoft Windows, Mac OS X e os baseados em Linux. A atual convergência entre PCs e *palmtops*, smartphones e dispositivos móveis que possuem funções similares, sistemas operacionais e componentes obriga a redefinição da extensão do termo "computador pessoal", ou seja, até que ponto podem ser ainda percebidos como “pessoais”.

Fase 3 - Processamento Distribuído: A divisão entre Mainframes e PCs reinou até início dos anos 2001, em decorrência do surgimento do conceito de Sistema de Processamento Distribuído ou Paralelo. A nomenclatura geralmente utilizada é a de HPC

(High Performance Computing) e/ou DPC (*Distributed/Parallel Computing*), porque um sistema interliga-se a vários nós de processamento (computadores individuais, não necessariamente homogêneos) de maneira que um processo de grande consumo seja executado no nó "mais disponível" ou ainda subdividido por vários nós: uma tarefa qualquer, se divisível em várias subtarefas, pode ser realizada em paralelo (DEAN, 2021), ampliando a eficiência do processamento (qualitativa e quantitativamente).

Computação Paralela é uma técnica de programação cujo objetivo é a obtenção do maior desempenho em sistemas por meio, basicamente, da quebra de suas tarefas em partes menores, processadas de modo independente, mas coordenado. É importante notar, porém, que nem todos os programas podem ser otimizados desta maneira diante das limitações e dos escopos decorrentes da arquitetura empregada. Computação Distribuída, em certo sentido, constitui-se como um sub-ramo da Computação Paralela, na qual parte das operações ocorre em máquinas diferentes daquela, executando o fluxo principal de um programa. Nesta mesma época a edição *Pervasive Computing* do IBM System Journal (IBM, 1999) consagra o termo Computação Pervasiva, proposta de um novo paradigma computacional que permite ao usuário acesso ao seu ambiente computacional a partir de qualquer lugar, todo o tempo, de modo embarcado no ambiente. (SAH, 2003).

Duas das propriedades da Computação Distribuída são: A - abertura: referente à capacidade de cada subsistema estar continuamente aberto à interação com outros subsistemas; e, B – escalabilidade: referente à capacidade de cada subsistema ser expandido administrativa, geográfica e localmente. A maneira como cada propriedade da computação distribuída é aplicada varia de acordo com a arquitetura utilizada (COULOURIS, DOLLIMOR, TIM, 2013)ⁱ.

A computação distribuída, por sua vez, tem três modalidades básicas: a - Computação Móvel; b - Computação em *Grid*; e. c - Computação em Nuvem.

a - **Computação Móvel**: em 1997 houve a primeira tentativa de se construir acessos do telefone móvel à internet, mas as velocidades de transmissão, o tamanho dos visores, o parco conteúdo disponível, limitavam a experiência do usuário e a eficiência do meio empregado. A Computação Móvel é a tecnologia usada para transmitir voz e dados por meio de dispositivos pequenos e portáteis que usam redes ativadas sem fio, permitindo aos usuários o acesso aos serviços, independentemente da localização geográfica do dispositivo, capaz de ampliar o conceito de Computação Distribuída (MATEUS e LOUREIRO, 1998).

b - **Computação em Grade (*Grid*)**: Associa-se à Computação Distribuída a noção de Computação em Grade (*Grid*), conformada pela conexão de determinado grupo de computadores em rede trabalhando em conjunto que, de modo articulado podem ser chamados de “supercomputador virtual”, dada a capacidade de executar grandes tarefas, dentre elas a de analisar enormes conjuntos de dados, dentre eles a modelagem do fluxo de transportes de determinada região, país ou do mundo. Por meio da Nuvem, criaram-se as condições necessárias para o uso de vastas grades de computadores, por período de tempo e fins específicos, pagando-se somente pelo uso parcial, com economia de tempo e de recursos, mediante a desnecessidade de aquisição e a implantação de recursos centralizados. Ao se

dividir as tarefas entre várias máquinas, de modo coordenado, o tempo de processamento é reduzido de modo significativo, aumentando-se a eficiência e diminuindo-se os recursos desperdiçados (eficiência alocativa) (BUYYA, 2016).

Ao contrário da Computação Paralela, os projetos de Computação em Grade não apresentam nenhuma dependência de tempo associada ao esforço empregado, justamente porque se utilizam computadores integrados às redes apenas enquanto estiverem ociosos, autorizando que os operadores possam realizar tarefas não relacionadas à grade a qualquer momento disponível. A segurança deve ser levada em conta ao utilizar grades de computadores, visto que os controles sobre os nós de membros costumam ser dispersos. A redundância também deve ser incorporada, já que muitos computadores podem ser desconectados ou apresentar falhas durante o processamento (BUYYA, 2016).

c - **Computação em Nuvem:** É a terceira etapa da Computação Distribuída é a disponibilidade sob demanda de recursos do Sistema Computacional, especialmente o armazenamento de dados (em nuvem) e o poder de computação sem gerenciamento ativo e direto por parte do usuário (AMIES et. al., 2012). Com essa nova arquitetura, as limitações técnicas e os custos restaram substancialmente reduzidos, propiciando condições amplas de implementação de projetos de larga escala.

Fase 4 - Computação Ubíqua: é o termo usado para descrever a capacidade crescente de dispositivos e objetos de se comunicarem entre si por meio de protocolos embutidos em objetos do dia-a-dia. As tecnologias onipresentes comprimem o espaço e o tempo necessários para se conectar às fontes de dados e ao processamento de informação. Dispositivos sem fio habilitados para Internet permitem conectividade onipresente a uma rede onipresente de dados, a partir da qual se pode acessar qualquer dado disponível, na maioria dos casos, em tempo real. Por guardar características de centralização e descentralização, de modo coordenado, autorizam a obtenção de dados de localização centralizada dos dispositivos portáteis, ao mesmo tempo em que os usuários se encontram em posição descentralizada no tocante à localização efetiva dos dados. O efeito é o de que o acesso aos dados e as informações está ao alcance dos dedos, desde que haja conexão à rede mundial de computadores ou a redes privadas. Por isso, afirma-se que o momento é único da história da humanidade, dada a possibilidade de onisciência e onipresença em diversos contextos, ao mesmo tempo e também de forma integrada. A onipresença da rede de informações pode enviar e receber dados de quase qualquer lugar e contexto. (CYBORGANTROPOLOGY, 2021).

Na década de 1980 pesquisadores da Xerox Parc trouxeram o conceito:

“a inevitável retirada do computador da área de trabalho para uma série de dispositivos novos e antigos, incluindo cafeteiras, relógios, fornos de microondas e copiadoras. Esses pesquisadores viram o computador crescendo em poder enquanto se retira como uma presença”. Mosco (2017)

O termo Computação Ubíqua foi cunhado pelo pesquisador Mark Weiser, em 1988, para estimar o futuro em que os PCs seriam substituídos por computadores invisíveis, embutidos em objetos do dia-a-dia. Por isso, Weiser é frequentemente referenciado como o

pai da Computação Ubíqua, em artigos destacados como “a Interface Invisível: Aumentando o Poder do Ambiente através da Tecnologia Calm” (WEISER, 2001), “Projetando Tecnologia Calm” (WEISER, 2002) e “O Computador para o Século XXI” (WEISER, 1991). A capacidade de incorporação de artefatos tecnológicos ao cotidiano passou a ser a marca da nova geração de utensílios domésticos, roupas, relógios, dentre outros aparatos, em que a tecnologia é embarcada.

A Computação Ubíqua, segundo Krumm (2016), também se caracteriza por ser um campo de conhecimento multidisciplinar, envolvendo a integração de conjuntos de variadas tecnologias usadas para a solução de um desafio específico. Ao mesmo tempo em que se configura como novo paradigma, por meio da integração de diversas áreas de Ciências da Computação, ou seja, compreendendo sistemas distribuídos, voláteis, heterogêneos e centrados no usuário. O conjunto de atributos da Computação Ubíqua conferiu as condições apropriadas ao estabelecimento do conceito de Sociedade 5.0, como adiante se verá.

Do ponto de vista do usuário, a interação com as diversas interfaces opera de modo naturalizado, incorporando-se gradativamente às atividades cotidianas, até porque a intangibilidade das redes promove a sensação de continuidade, isto é, os usuários, em geral, não se dão conta da quantidade de computadores, de sensores e de atuadores espalhados pelo ambiente, da mesma forma que não imaginam ou são capazes de dimensionar a interação/integração entre esses componentes, estando a tecnologia completamente inserida no seu dia a dia de modo silencioso e invisível. (KRUMM, 2016).

Da Computação Ubíqua participam as seguintes evoluções tecnológicas: a - sensores e atuadores inteligentes; b - IOT (internet das coisas); c - realidade aumentada; e, d - sensoriamento participativo.

a - Sensores e Atuadores Inteligentes: são os elementos que definem as redes da Internet das Coisas, por meio da qual a arquitetura performa. Os dados coletados pelos sensores e atuadores criam a base para redes amplas de máquinas e outros objetos interagirem de modo sincronizado. Para que o usuário possa desfrutar de todo o potencial da "Internet das Coisas" (IoT) deve-se trazer o valor das tecnologias da informação para o mundo físico, de modo tal que sejam parte das rotinas cotidianas. Através da combinação de sensores e atuadores às redes de computadores, pode-se detectar o que está acontecendo no mundo físico, disponibilizando essas leituras para os algoritmos de software, cuja função é a de calcular resultados com base nas leituras para então, finalmente, direcionar os atuadores a usar esses cálculos para modificar o mundo físico. A assunção dos conceitos é fundamental à compreensão da estrutura operacional do que se pretende nas *Smart Cities*. (BYERS, 2016)

Geralmente essas redes são de circuito fechado, o que significa que o parâmetro físico que um atuador controla é imediatamente lido de volta no sistema pelo sensor atribuído, fechando um loop contínuo em tempo real, cuja consequência é a capacidade de monitoramento e de controle rígido dos processos físicos. Os sensores importam dados do mundo e os atuadores permitem atuar sobre os artefatos, respondendo às informações geradas de modo a fazer funcionar o fluxo de ações programadas. Quando os atuadores são adicionados à rede, especialmente quando controlam sistemas perigosos como o trânsito, subestações, reatores nucleares, dispositivos médicos etc., deve-se estabelecer mecanismos de

salvaguarda, isto é, na hipótese de os sistemas falharem pelas mais diversas causas ou ainda sejam hackeados, as consequências sistêmicas, em cadeia, podem ser catastróficas. Daí os riscos inerentes, tendo em vista a potencial ocorrência de danos sérios à integridade física e patrimonial (individual e/ou coletiva).

Conforme Freitas (2015) especialmente nos sistemas de IoT, em geral os sensores contam com transdutoresⁱⁱ, transformando parâmetros físicos em sinais elétricos. Da mesma forma, quase todos os atuadores nos sistemas de IoT captam sinais elétricos e os convertem em algum tipo de saída física. Os parâmetros físicos usados nos sistemas de IoT podem ser, dentre outros: a) médicos (frequência cardíaca, respiração, pressão arterial, temperatura, eletroencefalograma – EEG etc.); b) elétricos (tensão, corrente, potência, resistência, capacitância, indutância, frequência, fase etc.); c) mecânicos (posição, velocidade, aceleração, peso, direção da bússola, gravidade, força, tensão, pressão, fluxo, torque, campo magnético, etc.); d) acústicos (som, vibração, movimentação sísmica etc.), imagem (intensidade da luz, câmeras, monitores, infravermelho – IR –, detecção e variação de luz – LiDAR – etc.); e) químicos (potencial hidrogênio – PH –) concentrações, composição, pureza etc.) (FREITAS, 2015).

Por isso, segundo Byers (2016) existem literalmente milhares de tipos de sensores para todos esses parâmetros físicos e para a maioria dos parâmetros que podem ser detectados e, também, existem atuadores analógicos capazes de modificar esses parâmetros no mundo físico. Sensores sofisticados usam técnicas de processamento de sinal digital para filtrar, condicionar, calcular a média e formatar as leituras do sensor no domínio digital. Em todos os casos, a qualidade e a quantidade de dados tendem a melhorar a precisão e a acurácia do modelo deles decorrentes. Cabe sublinhar que atuadores têm funções inversas. A saída digital dos computadores de controle e seus softwares são entregues através de uma interface para os drivers que captam os sinais e os convertem em quaisquer entradas que o transdutor no atuador exigir. Geralmente o mecanismo consiste em um conversor digital-analógico, um filtro de saída e algum tipo de amplificador. Cada vez mais técnicas digitais como processadores de sinal digital (DSPs) e amplificadores de classe D estão sendo empregadas em atuadores para torná-los mais precisos, responsivos e com menor consumo de energia. (BYERS, 2016).

2.1 - Exemplo de uso de atuadores e sensores para funções simples de IoT, como oferecer sopa no combate à fome

Em face da diversidade e do número de diferentes tipos de sensores e de atuadores interagindo nas mesmas redes, surgiu a necessidade de interoperabilidade, já que, por exemplo, um simples smartphone tende a embarcar diversos sensores e atuadores, ampliando a necessidade de processamento. Para ilustrar melhor esse ponto, vale adaptar o exemplo proposto por Bayers (2016). Imagine-se um sistema de robô cujo escopo é o de oferecer à população carente um prato de sopa pelo valor de R\$ 2,00 (dois reais), com o escopo de descentralizar a política pública de combate à fome por meio da manutenção de cozinhas aptas ao oferecimento das refeições à baixo custo nos Municípios (excessivamente centralizados), através do aproveitamento dos postos de saúde da cidade. O projeto poderia exigir a superação de algumas etapas, a seguir delineadas:

A primeira etapa seria a de aceitar a solicitação do usuário. A encomenda poderia ser feita por meio de um simples teclado (sensores simples de botões), um teclado capacitivo (sensores de capacitância), um microfone (sensores de som) ou uma câmera procurando por gestos (sensores de imagem). Os pedidos também poderiam ser feitos por meio de uma rede de computadores usando conexões que poderiam incluir fibra (sensores ópticos), sem fio (sensores de RF) ou com fio (sensores elétricos). Concentrando a gestão de solicitações em um processador local, o fluxo poderia aceitar essa entrada e coordenar os sensores e atuadores na máquina na forma de um sistema de controle em tempo real. Se fosse integrada uma máquina de venda automática, sensores e atuadores adicionais aceitariam a moeda, os cartões de crédito/débito ou ainda vales de refeição, verificando a validade. Além do serviço, o modelo proporcionaria, ainda, meios de constatação dos usuários, por exemplo, mediante o uso identificado dos destinatários, ampliando o monitoramento e a eficácia das políticas públicas, tendo em vista o trackeamento das famílias em situação de vulnerabilidade social.

Portanto, o uso de técnicas de IoT para automatizar algo tão simples quanto preparar uma sopa podem levar várias dezenas de sensores e atuadores, circuitos de interface, um processador bastante sofisticado e muito software. Em face dos custos de implantação e manutenção, via de regra, não é possível afirmar com certeza se vale a pena financeiramente fazer uma máquina dessas hoje, mas como os recursos de sensores e atuadores continuam a aumentar e seus custos continuam a cair, autorizando a inferência de ser provável que tais sistemas comecem a aparecer com mais frequência. O importante é que por meio de sensores e atuadores, todo o fluxo do processo, desde a apuração dos usuários, até o processo de fabricação, pode ser realizado pelas máquinas. Ainda que os custos atualmente possam ser significativos, a tendência é a redução paulatina dos artefatos necessários à implementação de práticas de gestão sofisticadas e eficientes.

Em sendo assim, imagine-se as possibilidades e desafios de fazer o mesmo com as demandas de uma Cidade para poder chamá-la de Smart City.

b - Internet das Coisas (IoT): a partir da noção de sensoriamento e atuação, pode-se dizer que IoT descreve objetos físicos (ou grupos de tais objetos) aos quais são incorporados sensores associados à capacidade de processamento, munidos de software e outras tecnologias, conectados em rede e que trocam dados com outros dispositivos e sistemas pela Internet ou outras comunicações de redes, de modo tal que o fluxo de interações pode criar atalhos e funcionalidades potentes, especialmente na substituição de ações humanas em tarefas repetitivas e desprovidas de conteúdo decisório, ou seja, podem controlar desde o consumo dos artefatos até o consumo e as compras necessárias por meio da interação com outros dispositivos (MATTERN et. al., 2010).

Ao mesmo tempo, surgem diversas preocupações sobre os riscos no crescimento de tecnologias e produtos de IoT, especialmente nas áreas de privacidade e segurança. Consequentemente, iniciativas da indústria e do governo para resolver essas questões começaram, ainda que de modo tímido, incluindo o desenvolvimento de padrões internacionais e locais, diretrizes e marcos regulatórios, em que o consentimento informado do usuário passa a ser exigência de uso. De qualquer forma, o embarcamento de tecnologia nos bens móveis configura realidade em diversos segmentos industriais (NYC, 2021).

c- Realidade Aumentada (AR): configura-se pela inserção de elementos que autorizam a ampliação da qualidade e/ou da quantidade dos indicadores capturados do ambiente real, capazes de alterar a experiência sensorial decorrente apenas dos sentidos humanos. A experiência interativa do usuário com o ambiente real é incrementada pela máquina, por meio do acréscimo e/ou ajuste dos dados e das informações perceptivas, às vezes valendo-se de múltiplas modalidades sensoriais (visuais, auditivas, táteis, somatossensoriais e olfativas).

Realidade Aumentada, então, pode ser definida como o sistema apto a incorporar três recursos básicos: a) a combinação de mundos real e virtual; b) interação em tempo real; e, c) registro 3D preciso de objetos virtuais e reais. As informações sensoriais sobrepostas podem ser construtivas (ou seja, aditivas ao ambiente natural) ou destrutivas (mascarar ou restringir o espectro de percepção do ambiente natural). Entretanto, diante da sobreposição de dimensões (virtual e real), a experiência do usuário aparentemente é única, por meio do entrelaçada com o mundo físico, de forma que é percebida como um aspecto envolvente do ambiente real. Segue-se que a realidade aumentada altera a percepção contínua da realidade tida como dada, distinguindo-se da realidade meramente virtual, em que todas as coordenadas da realidade são simuladas. A realidade aumentada está relacionada a dois termos amplamente sinônimos: realidade mista e a realidade mediada pelo computador mista (SCHUEFFEL, PATRICK, 2017).

d - Sensoriamento Participativo: constitui-se pelo aspecto cooperativo e participativo de diversos dispositivos e pessoas, em propósito definido, capaz de ampliar a experiência do usuário diante da conjugação de esforços. Exemplo significativo da proposta é o do aplicativo *Waze*, no qual os próprios celulares dos motoristas indicam o fluxo do trânsito, alterando em tempo real os melhores resultados. O clássico problema do Caixeiro Viajante ganha o reforço tecnológico. Chamados de SSPs (Sistemas de Sensoriamento Participativo), do inglês PSS (*Participatory Sensing Systems*) (BURKE et al., 2006) e também de Social Sensing ou sensoriamento centrado em pessoas (do inglês, *people-centric sensing*) (AGGARWAL; ABDELZAHER, 2013), esses sistemas dependem da constante atualização de sensores direcionados ao mesmo escopo.

As redes oriundas desses sistemas são chamadas de Redes de Sensores Participativos (RSP) (SILVA et al., 2012a). A interpretação dos diversos dados compartilhados pode identificar causas de problemas a fim de sugerir soluções eficazes e eficientes de modo imediato, diante da alta capacidade de processamento. Daí a popularidade do crescimento do uso de dispositivos móveis como smartphones e tablets (BLOOMBERG, 2014).

Antes dos dispositivos móveis (portáteis ou integrados aos objetos), o usuário da Internet necessitava estar em um local fixo para se conectar à rede, através de seu computador. Os smartphones associados a redes 4g e 5G, por exemplo, permitem às pessoas conectarem-se à rede de qualquer lugar e a qualquer momento. A ampliação das facilidades, adicionadas às novas funcionalidades, fazem com que o uso desses dispositivos cresça mundialmente a cada ano. A tendência é cada vez mais promissora. (EMARKETER, 2014).

Além da conectividade das pessoas à Internet, muitos desses equipamentos são capazes de efetuar medidas do ambiente em torno deles (MILETTE; STROUD, 2012). Essa operação é realizada pelos diversos sensores que existem nesses dispositivos, entre eles: acelerômetros, GPS, termômetros, medidores de pressão, de distância, do espectro de luz, da umidade relativa do ar etc. (SU; YU, 2012). As características sensoriais dos dispositivos móveis e sua conectividade à Internet, por via de consequência, possibilitam o imediato compartilhamento dos dados adquiridos do ambiente, em formato padrão, possam ser compartilhados por diferentes usuários. O conjunto de dados serve também à gestão de trânsito e na identificação das prioridades de obras e ajustes na malha viária. Através do sensoriamento também é possível a criação de sistemas compartilhados na nuvem, ou seja, acessíveis de qualquer lugar e por qualquer usuário.

A partir da explicitação das categorias que acompanham as fases da computação é que se pode encontrar a técnica justificadora da fusão entre a Computação Ubíqua com a informação. Trata-se da infomobilidade sem a qual não se pode avançar na caracterização da Sociedade 5.0 e do planejamento e implementação das Smart Cities. É que a informação se tornou uma extensão “fora-craniana” de nossos cérebros, alçando-se ao status de um campo dinâmico e quadridimensional conectado, o qual só pode ser acessado quando se aciona e se recebe parte do conhecimento estruturado. A totalidade não pode ser acessada de uma só vez, e nossas interfaces ainda são limitadas pelo fato de que só podemos acessar esses dados por meio de telas bidimensionais planas, motivo pelo qual diante dos possíveis avanços, a tendência é a de ampliação das oportunidades de conexão ubíqua (CYBORGANTROPOLOGIY, 2019).

E toda essa tecnologia teve início dentro dos muros da indústria, motivo pelo qual é importante estabelecer a jornada, fixando os pontos relevantes de alavancagem dos avanços tecnológicos de modo robusto.

3 – INDÚSTRIA 4.0 O ANTECEDENTE LÓGICO DAS SMART CITIES

As denominadas “fábricas inteligentes” (conceito que introduz o antecedente lógico das Smart Cities), permitiram que as máquinas e os insumos pudessem “conversar entre si” ao longo da linha de produção. Na linguagem da Engenharia de Produção pode-se dizer que neste caso se “agrega flexibilidade aos processos”, os quais ocorrem de maneira “autônoma e integrada”. A quarta revolução industrial ou Indústria 4.0 decorre do potencial evolutivo da eletrônica integrada à internet, embarcando o desenvolvimento adquirido com as tecnologias disponíveis. O efeito é a transformação do modo de produzir e de consumir, em que os dados e as informações recebem tratamento prioritário e decisivo (ENGPROCESS, 2018).

Schwab (2016) inclui entre as “megatendências” a Indústria 4.0, cujas características estão vinculadas à incorporação eficiente de tecnologias aplicadas ao ambiente de produção, com destaque para os Cyber-Physical Systems (CPS), a Internet of Things (IoT), a Internet of Services (IoS), veículos autônomos, impressoras 3D, robôs avançados, inteligência artificial, Big Data, nanomateriais e nanosensores (JUNIOR, et al. 2018). A combinação dessas tecnologias tem o condão de potencializar e operacionalizar as denominadas *Smart Factories*,

capazes de fabricar, de modo coordenado, produtos com eficiência, mediante a integração e comunicação em tempo real, entre máquinas, pessoas e recursos (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013).

Ao mesmo tempo, Hecklau (2016) alerta para desafios ambientais resultantes da necessidade de ampliação da eficiência no uso dos escassos recursos naturais, exigindo das empresas a busca por novas soluções sustentáveis ao longo de suas ações e processos. O mundo ainda está se adaptando aos desafios dos avanços da Indústria 4.0.

Imagine-se dois países: A e B. No país A, as pessoas dispõem dos recursos da Computação Ubíqua. Por isto, comunicam-se por celular, andam em carros automatizados, tem computadores, possuem facilidades como Netflix, tv a cabo ou por satélite, podem trafegar chamando um Uber, fazer compras via computador, trabalhar, estudar, consultar médicos, juristas e outros especialistas à distância. Já no país B, a computação ainda está na fase dos Mainframes, e que a prestação de serviços e de consumo ainda precisam ocorrer, em regra, presencialmente, assim como a fonte de consulta a todos é a biblioteca municipal, enquanto os filmes disponíveis são somente os transmitidos por canais abertos via antena externa dos aparelhos de TV, não existindo a prestação de serviços pela computação móvel em celulares e notebooks, sem que disponham de computadores pessoais. O descompasso tecnológico é imenso, com impacto direto na capacidade de resolução de problemas e na experiência do usuário.

Esta situação hipotética ilustra muito bem o que ocorria de modo acentuado nas décadas de 90 e 2000, interregno que quando comparados o ambiente Tecnológico-computacional da Indústria em relação ao ambiente Social, deixa evidenciado a disparidade de meios e de acesso, com efeito no tempo necessário ao diagnóstico e enfrentamento de questões individuais e coletivas. Aquele industrial era exponencialmente superior tecnologicamente quando comparado com a tecnologia computacional disponível no social, ou seja, para fora, além de suas paredes. Desde a década 60 que na indústria, com a informatização, era possível aumentar a eficiência da produção em massa. De modo acentuado, a partir da década de 90, por exemplo, descentralizar as decisões de cada etapa produtiva de modo coeso e harmônico com as etapas anteriores e as seguintes, alavancou os níveis de controle e eficiência há muito desejados. Já era possível atuar e controlar máquinas à distância, programá-las e monitorá-las, de modo tal que o desempenho estava disponível em uma tela de computador, mediante o acompanhamento de quantas peças foram produzidas e em estoque. A coordenação e a gestão da produção, dos estoques, dos insumos, da reposição e da qualidade dos produtos em tempo real, mesmo que à distância e de modo automatizado passou a ser incorporada às práticas vencedoras. A vantagem competitiva trava a estrutura e a arquitetura de funcionamento da produção, ainda que desprovidas de meios advindos da Computação Ubíqua, já que não existia computação em nuvem (internet conectando automações) ou computação móvel (celulares, notebooks etc.), além do alto custo dos computadores, de baixa capacidade de processamento, então disponíveis no mercado.

O cenário retratado somente era possível graças a dispositivos tecnológicos como o CLP (Controlador Lógico Programável), capaz de permitir (e ainda permite) a comunicação à distância entre uma máquina e o seu operador/monitor com a segurança necessária para se

confiar a integridade física de máquinas potentes e caras. Um CLP custava na década de 90 algo equivalente hoje ao valor de U\$ 7.000,00, restringindo a possibilidade de uso e aproveitamento aos que dispunham de orçamento e capacidade de investimento. Paralelamente era necessária a aquisição de programas especialistas de alto custo, para exercer a função de “ladder” com software SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*), em que somente a licença para aprender a operar custava em torno de U\$ 5.000,00 à época, acrescida de treinamento e pessoal capacitado constantemente. Ainda que existente a tecnologia para fazer uma parte significativa do que atualmente a Computação Ubíqua é capaz de entregar, por conta de seus custos associados, os avanços tecnológicos estavam restritos e, por isso, não podiam extrapolar as paredes do ambiente fabril.

Desse modo o poder, o alcance, dos usos e aplicações das tecnologias da informação e da comunicação atualmente disponíveis, com baixo custo relativo, já eram conhecidas e parcialmente manejados intramuros das fábricas providas de recursos. A dissonância entre a parte interna das fábricas dotadas de tecnologia e o ambiente externo era evidente, dada a magnitude tecnológica interna, em descompasso com a realidade privada, para além dos muros das unidades fabris. Das “paredes para dentro” da indústria constatava-se a realidade tecnológica prenhe de possibilidades na produção e na prestação de serviços, enquanto das “paredes para fora” da indústria vivia-se a realidade contrastante, limitada e carente das facilidades tecnológicas.

Este descompasso é a origem da marcha gradual para realizar o sonho de levar as facilidades, avanços e possibilidades da Indústria 4.0 para fora das suas paredes, isto é, ao mundo cotidiano. A este sonho vários nomes foram conferidos, e talvez aquele que melhor expressou este ideal foi o conceito de Sociedade 5.0.

4 - SOCIEDADE 5.0 E A SUSTENTABILIDADE

A categoria “Sociedade 5.0” designa a convergência de todas as tecnologias com o intuito de facilitar a vida dos seres humanos, advindo da escalabilidade e redução de custos. Configura-se como domínio recente da pesquisa, com impacto nas mais variadas esferas do conhecimento humano contemporâneo. Merluzzi (2018) esclarece que o Japão apresentou em 2016 o conceito da Sociedade Super Inteligente (*Super Smart Society 5.0*), a partir do acoplamento dos avanços tecnológicos à serviço da melhoria da qualidade de vida individual e coletiva, propiciando meios de incorporação da quarta revolução industrial a uma avançada e disciplinada cultura.

A Sociedade 5.0, para além da eficiência e do lucro, estaria focada na qualidade de vida do humano em sociedade de modo adaptável e sustentável, realizando o sonho a tanto acalentado de utilizar dos recursos tecnológicos da Indústria 4.0 para além de suas paredes. Com o barateamento das TICs, capacidade de processamento, atrelados ao advento da computação móvel e ubíqua, restaram criadas as condições ideais de infraestrutura para a concreção da Sociedade 5.0.

Enquanto a Indústria 4.0 foca-se na eficiência e no fabrico, a “Sociedade 5.0” procura posicionar o ser humano no centro da inovação e da transformação tecnológica, mediante o escopo de ampliar a qualidade de vida (COSTA, 2018). A proposta reproduz e amplia o

conceito da centralidade tecnológica no humano, já realizado pela Computação Ubíqua. Para Monte (2019), a Sociedade 5.0 seria caracterizada pela revolução silenciosa, mas em curso. A Indústria 4.0 continua sua caminhada rumo à eficiência da produção, enquanto a Sociedade 5.0 é a beneficiária desse modelo ao pretender ultrapassar a lógica eficientista, por meio da incorporação de conceitos e práticas de desenvolvimento sustentável e sustentabilidade.

A proposta de uma “era da Sociedade 5.0” passa pela compreensão de que a Computação Ubíqua exigirá da Sociedade a capacidade de se mostrar flexível às adaptações que se evidenciarem necessárias, cujo debate pressupõe o conhecimento mínimo das potencialidades, das limitações e dos riscos existentes ao pleno desenvolvimento do humano. Neste sentido, o Japão se apresentou para a vanguarda da proposta, em relação aos demais países porque adotou políticas públicas proativas, motivadas pela integração da tecnologia de qualidade, rendendo-se às possibilidades da Computação Ubíqua como meio de instrumentalização do modelo ideal. Segundo Costa (2018), no caso do Japão, a Sociedade 5.0 tem por base o aproveitamento das tecnologias emergentes para fazer frente a um dos grandes dilemas daquela sociedade: o envelhecimento da população.

Espera-se que a Sociedade 5.0 ofereça soluções para o envelhecimento, longevidade humana, cura de doenças extremas, previsões e soluções de catástrofes, mobilidade personalizada, infraestrutura, dentre outros desafios. De outro lado, com a consolidação das fintechs e das moedas digitais (dentre elas o bitcoin), o dinheiro será virtual e até o conceito de “riqueza” tende a se modificar. Além disso, no campo da Medicina e da Biotecnologia, pretende-se ampliar a qualidade de vida física e mental, devolvendo-se os movimentos corpóreos para quem os perdeu, ampliando a autonomia de movimentos e de mobilidade. Os robôs humanoides e os novos artefatos (drones, simuladores, instâncias etc.) tendem a se incorporar ao cotidiano familiar e social, incorporando novos personagens ao panorama familiar e social (COSTA, 2018).

É chamada, “5.0”, pois, a extensão 5.0 considera que a sociedade já superou três fases evolutivas do ponto de vista tecnológico e se vive atualmente a Sociedade 4.0 (a era da informação). As três primeiras foram: a sociedade caçadora-coleitora e nômade (sociedade 1.0); a sociedade agrária e organizada em estados (sociedade 2.0); a sociedade da produção em massa e do consumo (sociedade 3.0). (MERLUZZI, 2018). Os sistemas inteligentes não seriam considerados “inimigos”, mas, sim, aliados para resolver problemas elencados (ENGINE, 2018). É neste contexto que o tema das Smart Cities se insere e pode ser melhor compreendido.

Kagermann, Wahlster e Helbig (2013) são extremamente otimistas ao acreditarem que a Sociedade 5.0, embora de forma mais discreta do que sucedeu com a Indústria 4.0, tem potencial para mudar muito mais do que a anterior, por uma razão simples: é que esta mudança promete revolucionar a sociedade por um bem maior, a humanidade, incorporando os avanços dessa última de modo sustentável.

6 - EFICIÊNCIA VS. SUSTENTABILIDADE

A lógica da eficiência é a mãe da Indústria 4.0 porque esta é a lógica da economia. Por isso, em que pese ser festejada a Indústria 4.0 e seus pressupostos constitutivos, pelos quais se ampliaram exponencialmente as capacidades produtivas e o consumo de insumos, há que se

creditar à elas grande parte da responsabilidade pelo estado crítico de insustentabilidade social, econômica e ambiental da contemporaneidade. Esta lógica da eficiência, no seu lado negativo (diretamente ou por meio de externalidade negativa), desenhou os contornos do contexto atual do estado da arte: degradação ambiental, poluição, esgotamento dos recursos naturais, catástrofes, grandes danos ambientais, desigualdades sociais, crescimento desordenado das cidades, problemas de planejamento urbano e de crescimento populacional insustentável e de ocupação irresponsável dos espaços urbanos. Para cada dano pontual insustentável, decorrência causal da Indústria 4.0, há uma correspondente decisão empresarial eficiente em termos econômicos.

Empreende-se para lucrar e nada há de errado nisto. A razão preponderante para a melhoria da eficiência industrial é maximizar os lucros, fazendo com que as decisões obedeçam a critérios muitas vezes dissociados dos deveres de sustentabilidade. O problema é que entre a eficiência e o lucro não há, em geral, lugar para valores sociais e preocupações com diretos difusos. A lógica da eficiência cede espaços à ética na equação que visa o lucro, por imposição ou pressão externa, a exemplo da exigência de condição ética a partir do mercado para o aceite de produtos ou, ainda, da imposição regulamentar estatal e/ou cultural. O empreendedor ou acionista consciente da sua responsabilidade intergeracional de preservação ambiental que, por exemplo, voluntariamente abre mão de maiores lucros em nome da sustentabilidadeⁱⁱⁱ, não constituem, ainda, a regra comportamental padrão.

Tanto que paradoxalmente países capitalistas financiam países de vieses totalitários, com valores contrários à sustentabilidade e à proteção aos direitos humanos, ao permitirem a mudança dos parques fabris de seus territórios para esses países, bem como fomentarem a importação de produtos oriundos de processos produtivos exploradores da mão de obra escrava e, também, destroem desmedidamente o meio ambiente.

Além disso, indiretamente fortalecem quem poderá causar confrontos bélicos no futuro, vendendo armas a serem pagas com os impostos destas atividades produtivas. Quanto aos impostos, não perdem em arrecadação porque os produtos chegam a gerar 100% do custo em tributação de importação o que é mais vantajoso do que se fossem tributados se produzidos em território nacional. A equação só tem soma positiva, contando com a mais valia que recai sobre uma mão de obra explorada ao extremo e, em geral, com alto custo ambiental.

A prevalência do discurso da eficiência focada no lucro, no produto, no serviço e no processo produtivo que conduziu até o ponto atual de insustentabilidade social, econômica e ambiental do modelo econômico de produção da Indústria 4.0. Por isso, se a Sociedade 5.0 pretende levar para “fora” das paredes das indústrias a sofisticada tecnologia, acompanhada da lógica efficientista da Indústria 4.0, os riscos de insustentabilidade do modelo tendem a aumentar, com reflexos diretos e imediatos no projeto de “*Smart Society e Smart City*”, dado o rebaixamento hierárquico dos parâmetros de contenção ética e sustentável.

No plano teórico a crítica à noção de eficiência seja suficiente, afinal de contas a obtenção do melhor resultado sacrificando os menores custos deveria inserir no cálculo variáveis necessárias à preservação ambiental intergeracional. Mas a ruptura com as práticas

insustentáveis demanda complexo arranjo político e econômico, de difícil articulação e implementação. Ainda assim, o debate sobre a categoria sustentabilidade se faz necessária por razões práticas de superação da eficiência (em geral alocativa), transformando a experiência do agente humano, mediante a incorporação de atributos deontológico às práticas cotidianas, com o escopo de constranger a produção e consumo nas sociedades complexas, por meio da conscientização dos agentes humanos e de políticas públicas capazes de impor as noções e parâmetros advindos da Sustentabilidade. Os desafios e os dilemas são amplos, dada a ausência de organismos capazes de implementar políticas globais de forma cogente, ao mesmo tempo em que impõe o esforço recorrente de repensar as práticas no contexto de ação micro, dos agentes humanos, conscientes do papel individual e comprometidos pelo futuro, pelos quais a mudança de rumos pode, quem sabe, operar de modo impactante e eficaz. Uma das tarefas é a de pivotar práticas e comportamentos, assumindo-se valores e parâmetros efetivamente sustentáveis. Conforme Cruz e Bodnar (2012) esse novo espaço público deve ser dotado de capacidade jurídica de governança, regulação, intervenção e coerção, e ter como objetivo projetar a construção de um novo pacto de civilização mais atento e sensibilizado com as questões ecológicas globais.

6 - CONCLUSÃO

A noção de *Smart City* pressupõe o domínio de conceitos mais amplos, dentre eles o de Sociedade 5.0, pela qual se expressa a pretensão de levar os avanços da Indústria 4.0 para fora de suas paredes das fábricas, por meio da substituição do foco tecnológico exclusivamente no fabrico, pelo escopo centrado no humano e na qualidade de vida. Ambas as noções dependem da arquitetura da estrutura de incentivos coletivos e individuais. A infraestrutura computacional pode ser o meio para obtenção de tais pretensões, especialmente pela ampliação da denominada Computação Ubíqua, desde que ajustada aos propósitos sustentáveis. da Computação Estática através de Mainframe, uma segunda fase foi o Computador Pessoal - PC, a terceira fase foi a Computação Distribuída, composta pela Computação Móvel (*smartphones*, *notebooks*, *drones* etc.), a Computação em *Grid* e a Computação em Nuvem, a quarta fase é a da Computação Ubíqua, provida de sensoriamento e atuação de dispositivos inteligentes, sensoriamento participativo, IoT, realidade aumentada e realidade virtual. A sustentabilidade econômica, social e ambiental não pode ser reduzida à lógica da eficiência, devendo prevalecer hierarquicamente como princípio maior, com força suficiente de orientação do uso das novas tecnologias na realização do ideal de *Smart House*, *Smart Factory*, *Smart City* e *Super Smart Society 5.0*. Do contrário, o futuro pode se configurar como mais do mesmo, ampliando as insustentabilidades legadas pela Sociedade 4.0. A ruptura demanda a concatenação de diversos fatores, a começar pela atitude individual que, assim como a Computação Ubíqua, depende da cooperação dos agentes humanos para funcionar adequadamente e passando pelas articulações adequadas das categorias ora evidenciadas nas pesquisas em Ciência Jurídica. O desafio está lançado!

REFERÊNCIAS

AGGARWAL, C. C.; ABDELZAHER, T. Social sensing. **Managing and Mining Sensor Data**. Springer, pp. 237–297. 2013.

AMIES, Alex; SLUIMAN, Harm; Tong, QIANG GUO; Conceitos de infraestrutura como serviço de nuvem. **Desenvolvimento e hospedagem de aplicativos na nuvem** . IBM Press. 2012.

BARNET, Belinda. **Infomobilidade e técnicas: algumas notas de viagem. 1000 dias de teoria**. 2005. Disponível em: <http://www.ctheory.net/articles.aspx?id=492>. Acesso em abril de 2011.

BERAWI, Malcon. A. **From industry 4.0 to Society 5.0: Challenges for sustainable competitiveness of Russian industry 2019**. Disponível em: <http://www.cetic.br/pesquisa-tecnologias-tics/jkht>. Acesso em 21/08/2021.

BLOOMBERG. **A few key trends driving the growth of the Internet in 2014**. 2014. Disponível em: http://www.bloomberg.com/a-few-key-driving-the-growth-of-the-internet-in-2014/sis_dob Acesso em 12/09/2021.

BURKE, John. A. et al. Participatory sensing. **Center for Embedded Network Sensing**, 2006.

BUYYA, Rajkumar. **Gridcomputing**. 2016. Disponível em: <http://www.gridcomputing.com/gridfaq.html> Acesso em: 12/09/2021. Ver também: <http://gridbus.org/press/EA03/EAInterview.pdf>

BYERS, Charles. **Atuadores e sensores**. Trad. livre. Disponível em: <https://br.mouser.com/blog/blog/blog/iot-actuators-and-sensors>. Acesso 06/09/ 2021.

CACERES, R. et al. Virtual individual servers as privacy-preserving proxies for mobile devices. In: **Proceedings of the 1st ACM Workshop on Networking, Systems, and Applications for Mobile Handhelds**. 2009.

CETIC.BR. Pesquisa sobre o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação no Brasil - TIC Domicílios e Empresas 2013. **CETIC.BR**, 2014. Disponível em: <http://www.cetic.br/pesquisa-tecnologias-tics/jkht>. Acesso em 21/08/2021.

CISCO. Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2014–2019. **Cisco Systems, Inc.**, 2015.

CORNELL. About. Smart Cities. **Cornell University**, 2015. Disponível em: <http://www.cornell.com/smart-cities-computing/jkms> Acesso em 21/09/2021.

COSTA, João. M. **Sociedade 5.0, o futuro, pelo presente**. Disponível em: <https://www.dinheirovivo.pt/opiniao/sociedade-5-0-o-futuro-pelo-presente/>. Acesso no dia 23 de agosto de 2021.

COSTA, João. M. **Sociedade 5.0: a mudança que aí vem**. Disponível em: <https://hrportugal.pt/sociedade-5-0-amudanca-que-ai-vem/>. (2018), Acesso no dia 06 de junho de 2019.

COULOURIS. George; DOLLIMORE, Jean; Kindberg, D; Blair, Gordon. **Sistemas Distribuídos - 5ed: Conceitos e Projeto**. Bookman Editora, 2013.

CRISTOFARO, Edwin D.; SORIENTE, C. Short paper: Pepsi—privacy-enhanced participatory sensing infrastructure. In: **Proceedings of the Fourth ACM Conference on Wireless Network Security**. 2011.

CRUZ, Paulo Márcio; BODNAR, Zenildo. **Globalização, transnacionalidade e sustentabilidade** [recurso eletrônico]. Dados eletrônicos. Itajaí: UNIVALI, 2012. Disponível em: . Acesso em: 23 abr. 2021.

CYBORGANTROPOLOGY. **Computação Ubíqua**. (trad. livre) 2021 Disponível em: http://cyborganthropology.com/Ubiquitous_Computing Acesso em 18/09/2021.

DEAN, Mark. **Computer Scientist of the African Diaspora**. BUFFALO. Idaho. 2021. Disponível em: www.math.buffalo.edu. Acesso em 23 de janeiro de 2021.

EDSON, José. **Mainframe o que é e qual o futuro desta tecnologia**. SERPRO. 2019. Disponível em <https://www.serpro.gov.br/menu/noticias/noticias-2019/mainframe-o-que-e-e-qual-o-futuro-desta-tecnologia> Acesso em 13/09/2021.

EMARKETER. **Smartphone Users Worldwide Will Total 1.75 Billion in 2014**. 2014. Disponível em: www.emarketer.com. Acesso em 18/08/2021.

ENG PROCESS **Automação industrial**. Disponível em: <https://engprocess.com.br/engprocess-automacaoindustrial/>. Acesso no dia 23/06/2021.

ENGINE **Soluções para gestão na nuvem**. Disponível em: <https://www.enginebr.com.br/sobre-a-engine/>. 2018. Acesso no dia 06/07/2021.

FROST, Leon.; BAUER, Mark. Proceeding - 2018 **International Conference on ICT for Smart Society: Innovation Toward Smart Society and Society 5.0, ICISS 2018**. 2018

GOOGLE. **Como entender o usuário de celular**. Nosso Planeta Mobile: Brasil. Google, 2013.

HECKLAU, Frank. Holistic approach for human resource management in Industry 4.0. **Procedia CIRP**, v. 54, p. 1-6, 2016.

IBM System Journal. **Pervasive Computing**. New York, v. 38, n.4, 1999. Disponível em: <http://www.research.ibm.com/journal/sj38-4.html> Acesso em 15/09/2021.

ITP Open House da revista online **ITP Review** Disponível em: <http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/wholehouse.doc> Acesso em 15/09/2021.

KAGERMANN, Helig.; WAHLSTER, Walzer.; HELBIG, John. Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0. **Final Report, Acatech**, 2013.

KRUMM, John. **Ubiquitous Computing Fundamentals**. 1. ed. Microsoft Corporation, Redmond, Washington, USA: Chapman and Hall/CRC, 2009.

KRUMM, John. **Sociedade 5.0**, 2018. Disponível em <http://phonegap.com/> Acesso em 10/06/2021.

LEVY, Paul. **A Inteligência coletiva**. Edições Loyola, 2007.

MATEUS, Geraldo Robson; LOUREIRO, Antônio A. F. **Introdução à Computação Móvel**. Rio de Janeiro: DCC/IM, COPPE/Sistemas, NCE/UFRJ, 1998.

MATTERN, Friedemann; FLOERKEMEIER, Christian. Da Internet do Computador à Internet das Coisas . **Informatik-Spektrum**. 2010.

MERLUZZI, Otavio. **A Sociedade 5.0, a Indústria 4.0 e o Brasil com 40 anos de atraso**. Disponível em: <https://oleodieselnaveia.com/2018/06/02/a-sociedade-5-0-a-industria-4-0-e-o-brasil-com-40-anos-de-atraso/>. Acesso no dia 24 de Junho de 2019.

MONTE, Cristina. **O sonho da Sociedade 5.0**. Disponível em: <https://cristinamonte.com.br/o-sonho-da-sociedade-5-0/>. Acesso no dia 24 de Junho de 2019.

MOSCO, Vincent. **O Sublime Digital: Mito, Poder e Ciberespaço**. The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England. Pág. 2019.

NYC. **New York City's Internet of Things Strategy**. Trad. livre. Disponível em: www1.nyc.gov . Acesso em 6/07/2021.

PEIXOTO, Maria Joelma Pereira; SARMENTO, Wellington W. F; VIANA, Windson Viana. **Ferramenta de Apoio ao Ensino Prático de Computação Ubíqua** Editor. Nuevas Ideas en Informática Educativa, Volumen 12, Santiago de Chile. 2016.

PRASETYO, Ygor. A.; ARMAN, Abot .A. Societies 5.0: A New Paradigm for Computational Social. **Systems Research**. 2018.

SAHA, Dwan. Pervasive Computing: a paradigm for th 21 Century. **IEEE Computer**, New York, v. 36, n. 3, pp. 25-31, Mar. 2003.

SALIMOVA, Tanna; KRAKOVSKAYA, Ilia; SIROTA, Enn. **Who will be the members of Society 5.0?** Towards an anthropology of technologically posthumanized future societies. Gladden, M.E. 2019

SALTORADO, Paulo. Impactos da indústria 4.0 Na organização do trabalho: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Produção Online**. Florianópolis, SC, v. 18, n. 2, p. 743-769, 2018.

SCHWAB, Klaus. The Fourth Industrial Revolution. Genebra: World Economic Forum, 2016.

SHIBATA, Miura.; OHTSUKA, Yan.; OKAMOTO, Karu.; TAKAHASHI, Maut **A consideration of service strategy of japanese electric manufacturers to realize super smart society (SOCIETY 5.0)**, 2018.

SOUZA, Maria Claudia da Silva Antunes de; MAFRA, Juliete Ruana. A sustentabilidade no alumiar de Gabriel Real Ferrer: reflexos dimensionais na Avaliação Ambiental Estratégica. Org. SOUZA, _____, et. al. **Lineamentos sobre sustentabilidade segundo a obra de Gabriel Real Ferrer** [recurso eletrônico]. Itajaí: UNIVALI, 2014.

SZYMANSKI, B. K.; BULUT, E. Socially-aware market mechanism for participatory sensing. In: **Proceedings of the First ACM International Workshop on Mission-oriented Wireless Sensor Networking**. 2012.

WEISER, Mark. **A interface invisível: Aumentando o poder do ambiente por meio da tecnologia da calma**, palestra principal no CoBuild98. Disponível em: <http://www.springerlink.com/content/n5513146535g2n14/> Acesso em 21/08/2021.

WEISER, Mark. **Designing Calm Technology**, 1991. Disponível em: <http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/SciAmDraft3.html> Acesso em 12/09/2021.

WEISER, Mark. **O Computador para o Século XXI**. Scientific American, 1991.

ZHOU, Piong.; ZHENG, Yun.; LI, M. How long to wait?: Predicting bus arrival time with mobile phone based participatory sensing. In: **Proceedings of the 10th International Conference on Mobile Systems, Applications, and Services**. 2012.

ⁱ Por exemplo a modalidade Peer-to-peer (P2P) “ponta à ponta” que é uma arquitetura de sistemas distribuídos caracterizada pela descentralização das funções na rede, onde cada nó realiza tanto funções de servidor quanto de cliente. (COULOURIS, DOLLIMOR, TIM, 2013).

ⁱⁱ Transdutores são dispositivos que convertem uma forma de energia em outra.

ⁱⁱⁱ A emergência da percepção do esgotamento dos recursos ambientais a partir das décadas de 70 fez surgir os conceitos de “Sustentabilidade” e “Desenvolvimento Sustentável”, conforme Souza e Mafra: *Desenvolvimento Sustentável e Sustentabilidade têm significados distintos. Enquanto o primeiro foca o crescimento econômico de uma forma alternativa, conciliando às necessidades da sociedade e do ambiente, como meio para que seja possível obter o equilíbrio entre progresso, a industrialização, o consumo e o meio ambiente saudável. A Sustentabilidade, por sua vez, é a concretização do processo de Desenvolvimento Sustentável, é o fim; é um macro projeto multidimensional que busca um futuro melhor para sociedade integrada no meio ambiente equilibrado.* (SOUZA, MAFRA, 2018).