

# DOMÓTICA, INMÓTICA E URBÓTICA: UMA ABORDAGEM TRANSDISCIPLINAR DO PROJETO

*DOMÓTICA, INMÓTICA Y URBÓTICA: UN ENFOQUE TRANSDISCIPLINAR DEL PROYECTO*

*HOME, BUILDING AND CITY AUTOMATION: A TRANSDISCIPLINARY APPROACH TO THE PROJECT*

**CARRANZA, EDITE GALOTE**

Doutora, USJT, E-mail: [edite.carranza@saojudas.br](mailto:edite.carranza@saojudas.br)

**PANICO, CLEBER**

Mestre, USJT, E-mail: [cleberpanico@hotmail.com](mailto:cleberpanico@hotmail.com)

**CARDOZO JÚNIOR, PEDRO**

Mestre, USJT, E-mail: [engcardozo@gmail.com](mailto:engcardozo@gmail.com)

**FERREIRA, RODRIGO DE PAULA**

Mestre, USJT, E-mail: [rodrigo\\_p\\_ferreira@hotmail.com](mailto:rodrigo_p_ferreira@hotmail.com)

## RESUMO

O contínuo aumento da população urbana e a decorrente concentração de edifícios nas cidades causou aumento exponencial na geração de resíduos, consumo de energia e recursos naturais, impactando no aquecimento global. Para enfrentar esses problemas, a conferência das Nações Unidas sobre as mudanças climáticas de 2021 - COP 26, definiu metas para redução do efeito estufa, as quais podem ser atingidas mediante a transdisciplinaridade entre Arquitetura, Computação, Eletrônica e Automação. O objetivo desse artigo é cotejar a aplicação de novas tecnologias na produção do espaço construído; assim como suas contribuições na sustentabilidade desses ambientes. Metodologicamente, elaborou-se uma pesquisa bibliográfica sobre os temas Domótica, Inmótica e Urbótica em publicações nacionais e internacionais que investigam estes conceitos, além de explorar ferramentas computacionais que contribuíram tanto para o design quanto para o monitoramento de projetos. Dessa forma, pretende-se contribuir com o estudo dessas novas tendências: Domótica, Inmótica e Urbótica, para a produção do espaço - arquitetura e cidade - inteligente e sustentável no século XXI.

PALAVRAS-CHAVE: arquitetura; cidade; sustentabilidade; tecnologia; automação; avaliação do ciclo de vida.

## RESUMEN

El continuo aumento de la población urbana y la consecuente concentración de edificios en las ciudades ha provocado un aumento exponencial en la generación de residuos, consumo de energía y recursos naturales, impactando el calentamiento global. Para enfrentar estos problemas, la conferencia de Naciones Unidas sobre cambio climático en 2021 - COP 26, definió metas para reducir el efecto invernadero, que se pueden lograr a través de la transdisciplinariedad entre Arquitectura, Computación, Electrónica y Automatización. El propósito de este artículo es comparar la aplicación de nuevas tecnologías en la producción de espacio construido; así como sus contribuciones a la sostenibilidad de estos entornos. Metodológicamente se realizó una búsqueda bibliográfica sobre Domótica, Inmótica y Urbótica en publicaciones nacionales e internacionales que investigan estos conceptos, además de explorar herramientas computacionales que contribuyeron tanto al diseño como al seguimiento de proyectos. De esta forma, se pretende contribuir al estudio de estas nuevas tendencias: domótica, inmótica y urbótica, para la producción de espacio - arquitectura y ciudad - inteligente y sostenible en el siglo XXI.

PALABRAS CLAVES: arquitectura; ciudad; sustentabilidad; tecnología; automatización; evaluación del ciclo de vida.

## ABSTRACT

The steady increase of urban population and the resulting concentration of buildings in cities has caused an exponential increase in waste generation, energy and natural resources consumption, affecting to global warming. The United Nations conference on climate change of 2021 - COP26 set targets for reducing greenhouse gases, which can be achieved through transdisciplinarity between Architecture, Computing, Electronics and Automation. This paper aims to analyze the application of new technologies in the built space production. As well as their contributions with the sustainability in these environments. Methodologically, a bibliographic research was carried out on Domotics, Inmotics and Urbotics in national and international publications that investigate these concepts, in addition to exploring computational tools that contributed both to the design and to the monitoring of projects. In this way, we intend to contribute to the study of these new trends: domótica (home), inmótica (built) and urbótica (city) automation, for the space production - architecture and city - intelligent and sustainable in the 21st century.

KEYWORDS: architecture; city; sustentability; technology; automation; life cycle assessment

Recebido em: 05/01/2022

Aceito em: 22/04/2022

## 1 INTRODUÇÃO: TECNOLOGIA A FAVOR DA SUSTENTABILIDADE

Nos anos 1950, a luta pela hegemonia mundial entre EUA e URSS originou a Guerra Fria, a Corrida Espacial e importantes avanços tecnológicos. O mais notável avanço foi o primeiro objeto produzido pelo homem que chegou ao espaço: o satélite Sputnik, em 1957. O feito só foi possível mediante intensa interdisciplinaridade entre áreas da engenharia e da tecnologia da informação e deflagrou a Era Digital.

Na Era Digital, surgiram sistemas de controle e automação complexos, para obter alta exatidão e peso minimizado, primeiramente para mísseis balísticos, e depois para controlar o posicionamento de satélites e sondas espaciais (DORF; BISHOP, 2009, p. 5). Na eletrônica, ocorreu a miniaturização dos sistemas computacionais, inseridos em circuitos integrados (CIs) - como microprocessadores e microcontroladores, fundamentais no sucesso espacial. As inúmeras pesquisas do projeto Apollo, da NASA, EUA, envolveram cientistas, engenheiros, técnicos e profissionais de outras áreas, trouxeram avanços significativos em benefício da humanidade, como: comunicação via satélite, avanços em relação ao uso de energia solar e climatização de ambiente, para citar alguns (MAHER, 2017, p. 207).

Em 1968, a humanidade pôde ver a fotografia colorida do Planeta Terra e constatou sua finitude e fragilidade. A questão ambiental nasce dessa constatação. Um dos marcos da discussão sobre a questão ambiental ocorreu em 1972: I Simpósio *The Universitas Project*. Ele foi o primeiro evento que tratou de forma transdisciplinar o espaço construído: arquitetura e cidade. O tema ambiental foi discutido por arquitetos, urbanistas, filósofos e sociólogos. Organizado por Emílio Ambasz, então curador do Museu de Arte Moderna de Nova York, patrocinado pela Liga de Arquitetura de Nova York, Departamento de Arquitetura e Design do MoMa e Fundação Graham de Estudos Avançados e Instituto de Estudos de Arquitetura e Urbanismo, o Simpósio tratou da relação entre arquitetura, ecologia, mudanças sociais e tecnológica, conforme analisa Felicity Scott:

Perguntas surgiram a respeito do encontro da disciplina com as novas tecnologias e os discursos científicos, bem como os discursos da política e técnicas de ecologia, poder, ameaças ambientais, novos movimentos sociais e revolucionários, o militarismo, o legado do marxismo e paradigmas teóricos contestatórios. É neste sentido que se pode ler o simpósio não só através das ambições de seu organizador, mas como um outro momento chave em que a arquitetura e o design foram confrontados com a perspectiva de forjar respostas políticas e teóricas para a mudança social e tecnológica (SCOTT, 2010, p. 97).

De fato, a questão ambiental foi motivada por visões de mundo alternativas, contestatórias, devido a ideias e ideais que atravessaram fronteiras disciplinares. Isto porque a questão ambiental é complexa, plural e transdisciplinar.

No contexto da Era Digital e da questão ambiental no final do século XX houve um olhar direcionado para as ociosidades construídas nas cidades, ou seja, complexos que já não atendiam às necessidades tecnológicas de uma geração digital. Assim, surgiu a aplicação do conceito de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) na arquitetura, com a busca de sistematizar a análise de todo o esforço envolvido nas produções resultantes da Revolução Industrial e aproveitar o patrimônio edificado. Dando origem ao *retrofit* de edificações, entendido como técnica de adequação tecnológica visando à sustentabilidade (FERREIRA, 2020, p. 51-52).

No século XXI, o projeto - arquitetônico, urbano e design - envolve tanto relações transdisciplinares quanto o Pensamento Complexo. O conceito de Pensamento Complexo foi definido por Edgar Morin como a interseção entre: teoria da informação, teoria dos sistemas, teoria da auto-organização e teoria do caos. Segundo ele, o mundo e o ser humano devem ser entendidos como uma rede de complexas interações e trocas de informações. Portanto, o Pensamento Complexo, difere do pensamento científico clássico da separação disciplinar do conhecimento. Para Morin, a nova forma de pensamento teria surgido a partir das ciências sistêmicas: ecologia, cosmologia, ciências da Terra: “o ecologista não retém uma mente todo o saber de botânicos, zoólogos, micro biólogos e geólogos, mas se ocupa com regulações, apelando a diferentes especialistas” (MORIN, 2002, p. 31).

Se a questão ambiental deve ser estudada mediante o Pensamento Complexo e Transdisciplinar, para que estabeleça relações em rede de conhecimentos, a produção do ambiente construído –arquitetura e cidade inteligente, sustentável e salutar–, também não pode desconsiderar os conceitos supracitados e novos conceitos decorrentes da alta tecnologia: Domótica, Inmótica e Urbótica, como veremos a seguir.

## 2 NOVAS TECNOLOGIAS E CONCEITOS PARA PRODUÇÃO DO ESPAÇO CONSTRUÍDO

No século XXI, a questão ambiental talvez seja uma das principais agendas para inúmeras disciplinas, em virtude dos compromissos firmados em encontros internacionais como a conferência das Nações Unidas

sobre as mudanças climáticas de 2021 - COP 26 em Glasgow, na Escócia. A seguir discutiremos a respeito de como os avanços da Era Digital dos anos 1960 transformaram as sociedades, a produção do espaço construído e o entendimento sobre a questão ambiental.

Nos anos 1970, o crescimento da cibernética se potencializou com os CIs- circuitos integrados implementados em um único dispositivo semicondutor-, que tornou os sistemas digitais confiáveis, menores e de baixo consumo (TOCCI; WIDMER; MOSS, 2007, p. 427). Esses novos componentes proporcionaram a diminuição dos custos de memórias, redução da dimensão dos computadores e, por fim, a criação dos microcomputadores pessoais (NEGROPONTE, 1995, p.105). Dessa forma, a cibernética impactou diversas áreas do conhecimento, inclusive arquitetura e urbanismo, como observou Peter Hall:

Aplicada primeiramente no histórico estudo de 1955 sobre o transporte na área metropolitana de Detroit e posteriormente desenvolvida no estudo de 1956 para Chicago, a nova ciência logo se transformou numa metodologia, empregada em literalmente centenas de estudos semelhantes, realizados primeiro nos EUA e, a seguir no mundo todo (HALL, 2013, p.389).

O empenho dos engenheiros eletrônicos em aumentar a capacidade de processamento dos microprocessadores proporcionou o desenvolvimento de ferramentas computacionais que revolucionaram a maneira de projetar a arquitetura: CAD (*Computer-Aided Design*) e BIM (*Building Information Modeling*). Segundo Florio (2011, p.2), o grande desenvolvimento tecnológico nas áreas relacionadas às ferramentas de auxílio ao projeto arquitetônico, como os programas de modelagem de superfícies complexas têm alterado a forma de pensar a arquitetura.

O avanço tecnológico, principalmente da automação e da tecnologia da informação, trouxe novos conceitos para a maneira de utilizar e gerir o espaço construído, a saber: Domótica, Inmótica e Urbótica.

### **Domótica: a máquina de morar**

As novas tecnologias aplicadas nos projetos residenciais seguem o conceito de Domótica (*home automation*). O termo resulta da junção da palavra latina “Domus” (casa) com “Robótica” (controle automatizado de algo) e pode ser definido como sendo a tecnologia ou uma combinação de tecnologias que permitem a gestão automática de todos os recursos habitacionais de uma forma inteligente. A inteligência desses sistemas encontra-se na capacidade de controlar de forma autônoma diversos processos, como por exemplo, a iluminação, temperatura, umidade, acústica, consumo de energia, e segurança; em função dos requisitos preestabelecidos pelo usuário (FERREIRA; LOPES, 2009, p. 78).

A Casa Dymaxion, projeto de Richard Buckminster Fuller, 1933, seria o primeiro exemplar de uma habitação autônoma sustentável no século XX e precursora da utilização de novas tecnologias. O projeto foi um protótipo que integrou a “*A century of progress*”, em Chicago. (GÖSSEL; LEUTHÄUSER, 1990, p. 213). Executada com materiais industrializados como alumínio e plástico, a Casa Dymaxion seria produzida em série e poderia ser transportada ao seu local de destino. Apesar do projeto da casa não ter sistemas automatizados, o projeto prevê turbinas de vento sobre o telhado e um grande sistema de cisternas para recolher e reciclar a água. Os princípios de Buckminster Fuller sobre sustentabilidade e sua filosofia de “mais com menos” ainda são muito influentes no campo do design sustentável hoje, pois ele anteviu que a alta tecnologia impactaria na produção do espaço construído décadas mais tarde.

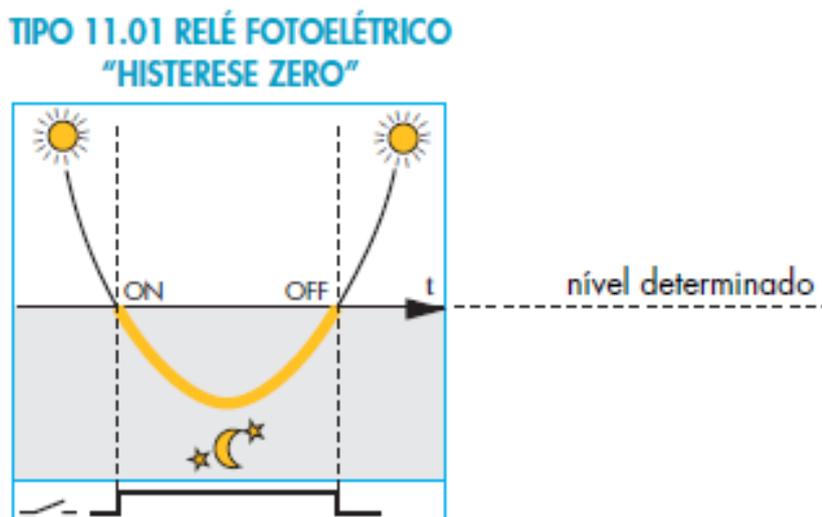
Em meados dos anos 1970, a agência espacial americana (NASA- *National Aeronautics and Space Administration*) empreendeu o projeto Tech House, acrônimo de “*The Energy Conservation House*”. A *Tech House* foi uma iniciativa precursora que aplicou a alta “tecnologia espacial” na construção civil residencial. A casa possuía energia solar para aquecimento, sistema de resfriamento com baixo consumo energético e sensores de monitoramento computadorizados visando a autonomia energética (MAHER, 2017, p. 207).

Nos dias atuais, uma casa inteligente (*smart home*) é caracterizada por contemplar em seu projeto implementações de automação (domótica), capacidade de conectividade, segurança física de seus ocupantes, segurança patrimonial, utilização de tecnologia de informação, IoT (*Internet of Things*), projeto arquitetônico inteligente, diminuição dos impactos ambientais na construção (utilização de materiais e técnicas), redução da geração de resíduos e utilização otimizada dos recursos naturais. Podemos destacar a automação residencial (domótica) como sendo um dos itens que caracterizam uma casa inteligente.

Como um exemplo de automação, que pode contribuir favoravelmente com o meio ambiente e as metas de redução do aquecimento global, recorre-se a um dispositivo simples: o relé crepuscular. Criado para controlar automaticamente a luminosidade, dependendo da intensidade de luz no ambiente. Um relé fotoelétrico (Figura 1) apaga as luzes do ambiente automaticamente quando o sensor detecta um nível de luminosidade externa superior ao ajustado, proporcionando conforto aos usuários e economizando energia

elétrica. Esse exemplo expõe a diferença entre um sistema automatizado com realimentação (malha fechada) e uma automação sem realimentação (malha aberta), como por exemplo, a utilização de um temporizador (no jargão da construção: minuteria ou *timer*). Um temporizador ao ser ajustado com tempo fixo para acender e apagar as luzes pode não levar em conta as diferentes estações do ano em que dias e noites podem ter durações diferentes.

Figura 1: Ilustração do funcionamento de um relé fotoelétrico



Fonte: Finder, 2017.

Quando a domótica surgiu por volta dos anos 1980, pretendia-se controlar a iluminação, a climatização e a segurança. Essas funções iniciais visavam o conforto dos habitantes e um incremento no desempenho dos processos. Por exemplo, caso o usuário esqueça as janelas abertas havendo previsão de chuva, o próprio sistema automatizado, através de sensores, se encarrega de fechar, a fim de evitar possíveis danos materiais. O acesso remoto a diversos dispositivos já é possível graças à tecnologia IoT ou Internet das Coisas. Esta tecnologia revolucionária permite conectar os mais variados dispositivos à internet através de tecnologia *wireless* (sem fio) utilizando nanotecnologia.

No final da década de 1980 e início dos anos 1990, a domótica também é utilizada para proporcionar um ambiente saudável a seus habitantes, controlando a iluminação, a circulação do ar e a climatização. Porém, a partir do início do século 21, a domótica passou a incorporar contribuições com a redução no consumo de recursos naturais como energia e água, através da automação da iluminação, do condicionador de ar e da utilização de dispositivos restritores de vazão e sensores de fechamento. A domótica está presente, por exemplo, na "ecovila" *Beddington Zero Energy Development* (BedZED), situada em Londres (Figura 2), o projeto foi desenvolvido pelo arquiteto Bill Dunster em 2002 e consiste em um empreendimento de energia zero. As casas estrategicamente posicionadas fazem captação de energia solar e através de ventiladores com circulação inteligente instalados no telhado, os chamados "capuzes de vento" por sua aparência, fazem o aquecimento e a refrigeração das casas. A captação da água da chuva é usada em descargas nos banheiros. Este projeto ainda ganhou a bandeira de carbono zero, por estimular uma vida sustentável e encorajar o uso de transporte público, bicicleta e caminhada. Para tanto, a vila foi construída em local estratégico com boas ligações nas ferrovias e rodovias da região.

Segundo Zaremba (2016, p. 6), as facilidades em transformar um imóvel em uma "casa inteligente" estão cada vez maiores, com a utilização de sistemas eletrônicos integrados, acionados por meio de tablet ou smartphone. Apesar da popularização no mercado, o investimento para a instalação de automação varia dependendo dos recursos contratados. O preço pode ser um fator que explica a baixa porcentagem de casas inteligentes no país: "Cerca de 3% das casas brasileiras são automatizadas. Em países europeus e nos Estados Unidos, esse percentual é de 20% a 25%" (NIERO, 2017). Os equipamentos de segurança, o controle de vazão, temperatura e iluminação estão entre as tecnologias mais populares no Brasil. Com o aumento das tarifas de água e energia a procura por automação se intensifica e através da automação é possível reduzir o consumo de recursos e obter redução nas despesas. Além da economia, o conforto é um

fator que influencia na decisão de automatizar uma residência. Porém, além do alto custo de implementação, as casas inteligentes, ainda têm outros desafios a serem superados, tais como: o risco de invasão por *hackers*, a falta de estabilidade das redes elétricas fornecidas pelas concessionárias brasileiras e a baixa qualidade da internet no Brasil.

Figura 2: “Ecovila” Beddington Zero Energy Development (BedZED)



Fonte: Chance, 2007.

### Inmótica

Quando a domótica é aplicada em edifícios - habitacionais ou comerciais -, é classificada como Inmótica. Na década de 1980, a automação de sistemas hidráulicos, iluminação, ventilação e climatização se tornaram mais acessíveis e o conceito de edifícios inteligentes (*smart buildings*) ganhou força. A popularização do termo coincidiu com o aumento da preocupação com o meio ambiente e estendeu a aplicação da automação para aumentar a eficiência energética e contribuir com a sustentabilidade do ambiente construído.

Os edifícios Zero Energia, ou *Net Zero Energy Buildings* (nZEB), que são denominações dadas aos novos edifícios cujos projetos, além de contemplarem alta eficiência isotérmica das edificações, dos processos que usam energia e dos equipamentos que os integram, apresentam consumo zero de energia primária, produzindo no próprio edifício energia oriunda de fontes naturais (ditas renováveis) equivalente ao total consumido no decorrer do ano, podendo até fornecer essa energia, desde que gere mais energia do que consoma. Porém, em 2010, a EPBD (*Energy Performance of Buildings Directive*) da comunidade europeia definiu o conceito de edifícios nZEB (próximo do *Net Zero* ou *Nearly Zero Energy Buildings*) através de uma diretiva publicada no Jornal Oficial da União Europeia, onde o conselho sublinhou a necessidade de aumentar a eficiência energética na União a fim de alcançar o objetivo de redução de 20 % do consumo de energia até 2020 (EPBD, 2010, p. 153/13).

Segundo Carlier (2016), alguns países europeus determinam critérios diferentes para a definição de edifícios ZEBs. Na maioria dos casos os cálculos de eficiência energética são influenciados pelos hábitos nacionais de aquecimento ou resfriamento de edifícios.

Pode-se concluir que a associação da Tecnologia da Informação com a Engenharia (principalmente a automação) e a Arquitetura, resultam em conforto, segurança, ambiente salutar e contribuem com a sustentabilidade. Para orientar, certificar e atestar o comprometimento de uma edificação com os princípios da sustentabilidade, surgiram os “selos verdes”, que vêm sendo aplicadas em vários países e são reconhecidos como indicadores de qualidade, a saber: o LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*), HQE – GBC (*Haute Qualité Environnementale*), ZEB (*Zero Energy Buildings*) ou nZEB (*Net Zero Energy Buildings*),

AQUA-HQE e Triple A. Essas certificações vêm sendo aplicadas em vários países e são reconhecidas como indicadores de qualidade. Um exemplo de edifício certificado pelo BREEAM é o The Edge, sede da consultora Deloitte, em Amsterdã, projetado pelo escritório de arquitetura PLP Architecture, em 2015. Esse edifício obteve a certificação BREEAM com uma classificação de 98.36%, a mais alta e a primeira atingida por um edifício de escritórios. (BREEAM, 2020).

Em sincronicidade com a tendência internacional, surgem os primeiros exemplares brasileiros de edifícios inteligentes, sustentáveis e salubres. Segundo Cardozo Júnior (2017), um desses exemplares é o bairro Parque da Cidade, em São Paulo, projetado pelo Aflalo & Gasperini Arquitetos. Considerado o empreendimento mais sustentável da América Latina, que obteve as certificações Triple A, LEED ND 3.0 Silver, em 2014, o complexo conta com duas torres corporativas: Tarumã e Sucupira (Figura 3) além de um shopping, hotel categoria luxo, e torre residencial, além de um parque linear. Projetado pelo escritório Aflalo/Gasperini Arquitetos, em 2010, o Parque da Cidade é um empreendimento de 82.200m<sup>2</sup> que participa do Climate Positive Development Program o qual apoia o desenvolvimento em escala urbana e que “consigam demonstrar que as cidades podem crescer de maneira sustentável e reduzir a emissão de CO<sub>2</sub>, contribuindo com a salubridade nas cidades” (CARDOZO JÚNIOR, 2017, p. 86). Ainda, segundo Cardozo Júnior, no Brasil, o escritório de arquitetura Aflalo/Gasperini Arquitetos possui mais de 25 projetos considerados sustentáveis pela Green Building Council Brasil. Desses projetos certificados, 3 deles são certificados com selo Platinum, 20 certificados com selo Gold e 3 com selo Silver (Idem, p. 3).

Em relação ao patrimônio construído, Ferreira (2020) descreve a técnica de *retrofit* como um método consoante à Inmótica, já que ela insere a tecnologia no patrimônio edificado subutilizado ou obsoleto das metrópoles. Como ocorreu nos projetos dos edifícios Sesc Paulista (Figura 4) e Citicorp (Figura 5), ambos adequados para contemplar as novas tecnologias que melhoram o desempenho em direção às metas de redução de consumo de energia, água, resíduos e para promover mais qualidade de vida aos usuários.

Figura 3 – Torre Tarumã, complexo Parque da Cidade.



Fonte: Cardozo Júnior, 2017.

Figura 4 – Edifício SESC Paulista.



Fonte: Ferreira, 2020.

Figura 5 – Edifício Citicorp



Fonte: Ferreira, 2020.

### Urbótica

Nos anos 2000, o conceito Inmótica foi estendido para a utilização de sistemas de automação em cidades: surgindo, assim, a Urbótica. A palavra urbótica se origina das palavras urbs (que significa cidade em latim) com “Robótica” (controle automatizado de algo), abarcando todos os serviços e instalações públicas urbanas que são automatizados, a fim de melhorar a gestão de energia, segurança, bem-estar, conforto e telecomunicações de todos os usuários desses serviços públicos. Ela pode, portanto, ser definida como a integração da tecnologia no projeto inteligente de uma cidade (*smart cities*).

Projetos urbanos recentes incorporam diversas tecnologias a fim de conceber espaços urbanos inteligentes e sustentáveis. Podemos definir cidades inteligentes como sendo aquelas que utilizam uma combinação de tecnologias que permitam a gestão automática de todos os serviços e instalações públicas urbanas de uma

determinada região da cidade ou de uma cidade inteira de uma forma “inteligente”. Um projeto de cidade inteligente deve contemplar abastecimento de água adequado; saneamento - incluindo gerenciamento de resíduos sólidos; mobilidade urbana eficiente e transporte público de qualidade; possibilidade de habitação acessível – incluindo os menos favorecidos; qualidade em infraestrutura para telecomunicações; boa governança - especialmente e-governança e participação cidadã; ambiente sustentável; eficiência energética; segurança dos cidadãos - particularmente mulheres, crianças e idosos; acesso à recursos de saúde e educação de qualidade e sistemas de tecnologia e automação (Urbótica).

O conceito Urbótica é relativamente recente e entrou em uso quando as palavras Domótica e Inmótica começaram a se tornar obsoletas, para definir novas soluções tecnológicas que estavam sendo oferecidas para as cidades em termos de automação. A Urbótica desempenha um papel essencial no projeto de cidades inteligentes, através da obtenção de informações ou contextos utilizando sensores e câmeras para que decisões possam ser tomadas e ações possam ser executadas, permitindo a otimização de recursos e aumentando a eficiência de todo processo urbano. A automação de cidades é aplicada na utilização de energia elétrica inteligente (*smart grid*), na irrigação de áreas verdes, na segurança pessoal e patrimonial, em semáforos inteligentes, na coleta de lixo e na mobilidade urbana. Um exemplo dessa automação pode ser observado no sistema automatizado de coleta de resíduos à vácuo instalado (Figura 6) no empreendimento BMX – Parque da Cidade (CARDOZO JÚNIOR, 2017, p. 90).

Figura 6 – Sistema de processamento seletivo de resíduos à vácuo, Torre Jequitibá - Parque da Cidade.



Fonte: Cardozo Júnior, 2017.

A cidade sul-coreana de Songdo, nas proximidades de Seul, é um exemplo da aplicação da Urbótica. Ela tornou-se fonte de inspiração para centros urbanos de todo o globo, que buscam soluções tecnológicas para se tornarem mais inteligentes. Muitas inovações estão sendo projetadas nessa cidade em função de preocupações ambientais. Entre elas, estações para recarregar a energia de carros elétricos e sistemas de reciclagem de água, que impedem que água potável seja usada em banheiros de escritório. Segundo Willianson (2013), o sistema de coleta de resíduos domésticos de Songdo também impressiona pois segundo ele não há caminhões de lixo pela cidade e sim uma vasta rede subterrânea de túneis ligando os edifícios residenciais aos centros de processamento de lixo, onde cada resíduo é automaticamente classificado, desodorizado e tratado. A ideia é usar parte desse lixo doméstico para produzir energia renovável. Outro exemplo de cidade inteligente é Copenhague. A capital dinamarquesa é campeã no ranking de cidades inteligentes do mundo no quesito planejamento urbano, elaborado pela Universidade de Navarra, em Barcelona. A cidade é um dos melhores exemplos de redução das emissões de carbono de todo o planeta. Metade de sua população de pouco mais de meio milhão de pessoas usam bicicletas para chegar ao trabalho, segundo dados oficiais. A cidade possui um amplo sistema de aluguel de bicicletas equipadas com GPS. Recentemente, elas começaram a receber sensores que detectam a qualidade do ar e ainda permitem aos usuários receber informações em tempo real sobre congestionamentos. Outro fator importante para essa colocação no ranking é que quase 100% da população tem acesso a saneamento básico adequado (BERRONE et al., 2016, p. 25).

O planejamento de cidades e megacidades é cada vez mais uma imensa e desafiadora tarefa para os gestores públicos. Problemas como consumo de energia, uso exagerado de água potável, destino do lixo, mobilidade urbana, emissão de gases tóxicos, ilhas de calor, entre outros, são questões complexas, que

necessitam de soluções que envolvem inúmeras disciplinas. Neste sentido, a computação e as telecomunicações podem contribuir na solução desses problemas, através de programas computacionais que podem auxiliar tanto no projeto (*BIM- Building Information Modeling, por exemplo*) quanto no monitoramento ou diagnóstico de áreas urbanas, como veremos a seguir.

### **Sistemas Computacionais e o Espaço Urbano**

Os novos sistemas computacionais têm alterado a maneira de pensar, usar, interagir e gerir o espaço urbano. São tecnologias que permitem desde a automação de garagens, gestão do transporte público, sistemas de monitoramento de segurança, até a plena interação entre o cidadão e gestor público e planejador urbano.

O planejamento urbano com auxílio das várias ferramentas, como o CAAD (*Computer-Aided Architectural Design*) ou BIM (*Building Information Modeling*), ou seja, tanto ferramentas computacionais para elaboração de projetos (CAAD) quanto tecnologias associadas e colaborativas para elaboração, gestão uso de edifícios (BIM), hoje são essenciais para o denominado projeto inteligente de edifícios e infraestrutura urbanas. Programas mais específicos como os de Geoprocessamento, são ferramentas de trabalho eficazes, principalmente para os órgãos públicos que precisam atuar de forma acertada em seus problemas urbanos e planejar o meio urbano para o futuro. O Geoprocessamento surge da necessidade de processamento de dados georreferenciados (MOURA, 2003, p.8).

Na Era Digital, os órgãos públicos que atuam no planejamento das cidades em todo mundo já utilizam ou utilizarão o Geoprocessamento, a fim de processar uma infinidade de dados e obter resultados tanto para o planejamento, quanto para o replanejamento urbano das cidades, a fim de obter benefício aos cidadãos, mediante inúmeras ferramentas computacionais disponíveis, tais como: CityZoon, desenvolvido pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), que consiste em um sistema de suporte à decisão para o planejamento urbano; Petgyn desenvolvido pela Universidade Federal de Goiás (UFG) para o planejamento do tráfego urbano; Spring, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), para processar sistema de informações geográficas nas aplicações desde Agricultura à Planejamento Urbano e Regional; GEOWEB, desenvolvido pela Prefeitura municipal de Vitória e que consiste em uma plataforma GIS (*Geographic Information System*) ou Sistema de Informação Geográfica, para integrar informações georreferenciadas e inseri-las na visão espacial da cidade; VICOM, desenvolvido pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), para vigilância e controle e o Envision Tomorrow, desenvolvido nos Estados Unidos pela Fregonese Associates, para planejamento urbano regional.

Entre os softwares utilizados em projetos de cidades inteligentes, destacamos o software Envision Tomorrow, já em uso por estudiosos e pelo poder público em projetos urbanos nos Estados Unidos. Este software possui recursos que podem contribuir com questões ambientais, para tanto, possui um conjunto de ferramentas destinadas ao planejamento urbano regional como, por exemplo, refinar planos de transporte e avaliar o consumo de CO<sub>2</sub>, entre muitos outros indicadores urbanos de uma determinada região. Segundo Panico (2017, p.54), o Envision Tomorrow opera como uma ferramenta adicional em um dos melhores softwares de Sistema de Informação Geográfica do mundo, o software ArcGIS. Nesta ferramenta é possível realizar análises de cenário urbanos, simulações futuras referentes às prioridades da região de estudo, e até compreender possíveis impactos de determinadas tomadas de decisões. Envision Tomorrow armazena dados diversos em uma base de dados própria sobre a área estudada e faz o processamento destes dados fornecendo ao seu operador as informações de uma forma gráfica. O programa foi implementado, com sucesso, em algumas cidades dos EUA.

O planejamento de cenário, onde cenário é entendido como a simulação do tempo presente ou futura do espaço urbano estudado, no software Envision Tomorrow, este planejamento é realizado através de uma metodologia muito eficiente para qualquer cidade se preparar melhor para o futuro, oferecendo poderosas ferramentas analíticas para estimar potenciais planos e estratégias a fim de satisfazer as necessidades locais e regionais de grande importância e apresentar diferentes suposições sobre o futuro ou analisando o presente. O planejamento de cenário fornece uma maneira de avaliar como as cidades estão preparadas para lidar com novas questões e possíveis mudanças, como por exemplo, o aumento dos custos de energia e mudanças demográficas.

O planejamento de cenário é útil tanto a nível regional e local, permitindo que as cidades em suas áreas metropolitanas e rurais trabalhem juntas considerando as questões regionais de interesse comum. O diálogo entre jurisdições locais sobre seus objetivos e visões fornece um olhar abrangente mostrando aos órgãos públicos onde estão de comum acordo e onde seus objetivos são conflitantes. O planejamento de cenários ajuda os governos locais e a sociedade a entender os impactos locais e regionais de tomada de

decisões, proporcionando uma oportunidade para o diálogo regional sobre questões de interesse comum, para melhor coordenar as decisões de planejamento local.

Entende-se que o conceito de cidade inteligente não implica somente na utilização da automação (Urbótica), mas também no uso de tecnologia para desenho da cidade, visando benefícios como eficiência no consumo de energia, controle de emissão de gases e segurança entre outros fatores, que vão resultar em conforto para a população. O planejamento urbano através de sistemas de informação deve ser incluído neste conceito de cidade inteligente.

Na Era Digital, a Domótica, Inmótica e a Urbótica representam a transdisciplinaridade entre engenharia, computação, telecomunicação, arquitetura e urbanismo. Tal transdisciplinaridade poderá contribuir para a produção, utilização e gestão do espaço construído - arquitetônico e urbano – inteligente, sustentável e salutar. Portanto da “revolução informática”, contribuirá para a sobrevivência do ser humano na Terra, como vislumbrou Nicolescu:

A revolução informática, que se desenrola diante de nossos olhos maravilhados e inquietos, poderia levar a uma grande liberação do tempo, a ser assim consagrado à nossa vida e não, como para a maioria dos seres sobre esta Terra, à nossa sobrevivência. Ela poderia levar a uma “partilha” de conhecimentos entre todos os humanos, prelúdio de uma riqueza planetária compartilhada (NICOLESCU, 1999, p. 13).

### 3 CONCLUSÃO

Ao se tornar signatário do Acordo de Paris, em 2016, o Brasil assumiu o compromisso com as metas da Agenda 2030 ambiental. Em 2021, na COP 26, o país ratificou as metas e definiu ações para a emergência climática global, firmando o “Pacto Climático de Glasgow” em reduzir 1,5°C a temperatura média do planeta. A emergência climática nos faz refletir sobre as potencialidades das tecnologias quando incorporadas no planejamento e produção do espaço urbano - novas construções e o patrimônio edificado. Assim, a alta tecnologia – muito embora não seja o único caminho possível – terá uma contribuição direta e inequívoca para a inteligência, salubridade e sustentabilidade do ambiente construído das metrópoles.

Neste sentido, sistemas inteligentes de casas, edifícios e cidades podem ser obtidos quando um projeto se vale da transdisciplinaridade entre Arquitetura, Automação e Tecnologia de Informação. No espaço urbano, a eficiência dos programas computacionais permite a criação de simulações e planejamento de cenários, a fim de encontrar e avaliar as melhores soluções para os problemas urbanos de forma sustentável. Contribuindo, assim, para aprimorar as decisões dos gestores.

Edifícios projetados e construídos com as novas tecnologias, edifícios antigos subutilizados e em processo de obsolescência, quando aplicados os conceitos de ACV e *retrofit* podem contribuir com as metas de reduções de gases de efeito estufa e economia energética em geral.

Novos sistemas de controle e automação predial, de geoprocessamento além das tecnologias colaborativas associadas (BIM sustentável), são realidades já implementadas em diversos países. No Brasil, com o Decreto Federal no. 10.306, de abril de 2020, que determina a utilização do BIM nas obras e serviços públicos, um novo caminho se abriu rumo à maior precisão, transparência e gestão do espaço construído.

Concluindo, a transdisciplinaridade entre Arquitetura, Engenharia e Tecnologia da Informação e a aplicação dos conceitos Domótica, Inmótica e Urbótica são tendências irreversíveis, que poderão contribuir favoravelmente com o Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030.

### 4 REFERÊNCIAS

BERRONE, P; RICART, J. *A IESE Cities in Motion Index. Índice Cities in Motion (ICIM). University of Navarra.* Barcelona. 2016. Disponível em: <http://www.iese.edu/research/pdfs/ST-0396-E.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2021.

BREEAM. *Awarded the BREEAM Award for Offices New Construction in 2016, and the public vote for the prestigious Your BREEAM Award.* Building Research Establishment Ltd, 2020. Disponível em: <https://www.breeam.com/case-studies/offices/the-edge-amsterdam/>. Acesso em: 25 mai. 2020.

CARDOZO JÚNIOR, P. *Edifícios Inteligentes e Sustentáveis na Arquitetura Contemporânea Paulistana.* Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo PGAUR, Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2017.

CARLIER, M. *Nearly Zero-energy Building Definitions in Selected Countries.* Dissertação de Mestrado. Bouwkunde, Industriële Wetenschappen, 2016.

- CARRANZA, E. *Arquitetura Alternativa: 1956-1979*. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- CHANCE, T. *One Planet Living in Sutton*. *BioRegional*. Londres. 2007. Disponível em: <https://www.flickr.com/photos/oneplanetsutton/2497234152/>. Acesso em: 1 de jun. 2021.
- DE MASI, D. *A sociedade pós-industrial*. 3ª Ed. São Paulo, Senac, 2000.
- DORF, R; BISHOP, R. *Sistemas de Controle Modernos*. Rio de Janeiro: LTC, 2009.
- FERREIRA, M; LOPES, E. *Sistemas Domóticos. A obra nasce: revista de Arquitetura da Universidade Fernando Pessoa*. Porto, v.1 n. 6, pp. 77 - 86, 2009. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10284/3532>. Acesso em: 12 Mai 2021.
- FERREIRA, R. *Desenvolvimento sustentável na arquitetura contemporânea paulistana do século XXI: O retrofit sob a ótica da avaliação do ciclo de vida*. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo PGAUR, Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2020.
- FINDER S. *Relé fotoelétrico: 12 – 16A*. 2017. Disponível em: <https://gfinder.findernet.com/public/attachments//11/PT/S11PT.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2021.
- FULLER, R. *Manual de instruções para a Nave Espacial Terra*. Porto: Via Optima, 1998.
- GÖSSEL, P; LEUTHÄUSER, G. *Arquitetura no século XX*. Lisboa: Benedikt Taschen, 1990.
- GREGOR, A. *South Korea has developed one of the greenest cities on the planet*. *Washington DC: U.S. Green Building Council (USGBC)*. 2017. Disponível em: <http://plus.usgbc.org/global-green-building/>. Acesso em: 20 nov. 2021.
- HALL, P. *Cidades do amanhã: uma história intelectual do planejamento e do projeto urbanos no século XX*. São Paulo: Perspectiva, 2013.
- HOBSBAWM, E. *Era dos extremos: o breve século XX 1914-1991*. São Paulo: Companhia das letras, 2005.
- MAHER, M. *Apollo in the Age of Aquarius*. *Massachusetts*. London: Harvard University Press, 2017.
- MORIN, E. *Educação e complexidade: os sete saberes e outros ensaios*. São Paulo: Cortez, 2002.
- MOURA, A. *Geoprocessamento na Gestão e Planejamento Urbano*. Belo Horizonte: Ana Clara, 2003.
- NICOLESCU, B. *O manifesto da transdisciplinaridade*. São Paulo: TRIOM, 1999.
- NIERO, J. *Crise não derruba mercado de automação*. *FecomercioSP (Federação do Comércio de Bens, Serviços e Turismo do Estado de São Paulo)*. 2017. Disponível em: <http://www.fecomercio.com.br/noticia/crise-nao-derruba-mercado-de-automacao>. Acesso em: 18 jun. 2021.
- PANICO, C. *Planejando o amanhã: estudo do software Envision Tomorrow para um planejamento urbano sustentável*. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo PGAUR, Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2017.
- SCOTT. *Architecture or techno-utopia: politics after modernism*. Massachusetts: MIT Press, 2010.
- TOCCI R; WIDMER, N; MOSS, G. *Sistemas Digitais: Princípios e Aplicações*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- ZAREMBA, J. *Casa que pensa*. *Folha de São Paulo*. São Paulo: Grupo Folha, 2016, pp. 6.

---

NOTA DO EDITOR (\*): O conteúdo do artigo e as imagens nele publicadas são de responsabilidade dos autores.