



## **PARA UMA ARQUITETURA DO FUTURO - APRENDENDO DO PASSADO: TECNOLOGIAS PASSIVAS PARA A UMA QUALIDADE SUSTENTÁVEL EFETIVA DO VIVER**

*FOR A FUTURE ARCHITECTURE - LEARNING FROM THE PAST: PASSIVE  
TECHNOLOGIES FOR AN EFFECTIVE SUSTAINABLE QUALITY OF LIVING*

Mario Fundarò<sup>1</sup>

Submetido em: 14/03/2023

Aprovado em: 15/05/2023

### **RESUMO**

Este artigo tenciona trazer uma reflexão sobre o papel do arquiteto-urbanista frente os desafios da sustentabilidade que a cidade contemporânea exige. Inúmeros e repetidos são os apelos a redução da poluição ambiental da indústria, do agronegócio e, não último, a construção civil, considerada uma das atividades humanas mais poluentes. O paradigma do século passado ligado a cidade, não é mais sustentável e que precisa ser repensado, exigindo um esforço teórico e prático principalmente no âmbito tecnológico, por parte do mundo político, acadêmico e profissional. Entre eles claramente e o arquiteto-urbanista tem um papel fundamental. Analisaremos, portanto, os conceitos norteadores de sustentabilidade efetiva, de tecnologia, do contexto como *Genius loci* e da ação revolucionária do projeto em prol desta mudança paradigmática. A cidade e a arquitetura do futuro terão futuro se conseguirem pensar e aprender do passado.

**Palavras chaves:** Cidades. Tecnologias Passivas. Sustentabilidade.

### **ABSTRACT**

This article intends to reflect on the role of the architect-urban planner in the face of the challenges of sustainability that the contemporary city demands. Countless and repeated are the appeals to reduce environmental pollution from industry, agribusiness and, last but not least, civil construction, considered one of the most polluting human activities. The paradigm of the last century linked to the city is no longer sustainable and needs to be rethought, requiring a theoretical and practical effort, mainly in the technological field, by the political, academic and professional world. Among them clearly and the architect-urban planner has a key role. Therefore, we will analyze the guiding concepts of effective sustainability, technology, the context as *Genius loci* and the revolutionary action of the project in favor of this paradigm shift. The city and architecture of the future will have a future only if start to think and learn from the past.

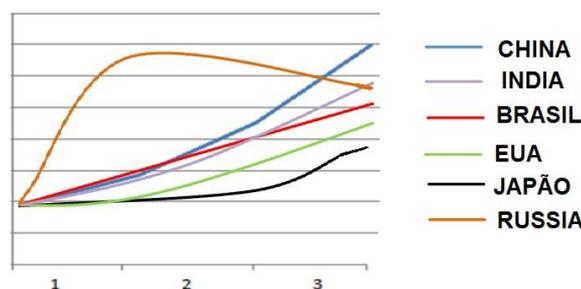
**Keywords:** Cities. Passive Technologies. Sustainability.

---

<sup>1</sup> Prof. Dr. Arquiteto-Urbanista. Professor Adjunto do Departamento de Arquitetura, Urbanismo e Design da Universidade Federal do Ceará.

Afonso (2006) afirma que os modos de vida contemporâneos são insustentáveis por serem dinamizadores de desigualdade social, urbanização desregulada, degradação da natureza, aumento da poluição, diminuição dos recursos naturais, contaminação das fontes superficiais e subterrâneas de abastecimento de água entre outros. Por outro lado, a tendência mundial, segundo o relatório da Divisão das Nações Unidas para a População do Departamento dos Assuntos Econômicos e Sociais - DESA (2014) “Perspectivas da Urbanização Mundial” (World Urbanization Prospects), evidencia um aumento da população que vive em áreas urbanas. A tendência de crescimento é claramente mostrada pelos números: a população urbana em 1900 era equivalente a 13%, no ano 2000 passou a ser de 46,6%, e se prevê que chegue a 68% em 2050, mantendo praticamente o mesmo ritmo de crescimento. Segundo o Banco Mundial (2014) o Brasil já possui a quarta maior população em área urbanizada no mundo, com 168 milhões de pessoas (84%). Ademais, se analisarmos bem os dados, o Brasil tem a terceira mais alta tendência de crescimento populacional em área urbana (110% nas últimas 3 décadas), ficando atrás só da China (265%) e da Índia (144%). (Gráfico 1)

Gráfico 1. As curvas de tendência de crescimento populacional em área urbana da China, Índia, Brasil, Japão, EUA e Rússia



Fonte: Elaborada pelo Autor. Com base em dados do relatório das Nações Unidas (DESA, 2014)

Se combinarmos estes dados com as conclusões do “US Energy Information Administration” (2008), que indica a atividade de construção como a responsável por 38% de toda a emissão de CO<sub>2</sub>, por 40% do consumo de matéria-prima e por 14% de água potável, se confirmam as conclusões de Meadows (2004) quando indica que a construção civil, nos últimos 100 anos, tem sido a maior consumidora de recursos naturais. Diante destes dados deparamo-nos com as razões da preocupação de García (1999) na sua afirmação que o “impacto da cidade não se limita a mudar a morfologia

da terra, mas também modifica as condições climáticas e ambientais”. (GARCIA, 1999, p. 57)

Neste quadro, resulta claro que, o paradigma do século passado ligado ao projeto arquitetônico e a planificação urbanística, não é mais sustentável e que precisa ser repensado<sup>2</sup>, exigindo um esforço teórico e prático principalmente no âmbito tecnológico, por parte do mundo político, acadêmico e profissional.

É, portanto, uma problemática atual que coloca a arquitetura, as cidades e as áreas urbanas em geral no centro do interesse dos planejadores, assim como da reflexão acadêmica. (Rossi, 1966) Segundo vários autores - Meadows, Mendes, Benevolo, Rossi, entre outros - as cidades, se forem bem planejadas e geridas, podem oferecer oportunidades de desenvolvimento econômico e social além de expansão do acesso aos serviços básicos, incluindo serviços de saúde e educação para um grande número de pessoas.<sup>3</sup> O século XXI será, portanto, cada vez mais o século das cidades (Mendes, 2006) e, os arquitetos e urbanistas, precisam enxergar nesta problemática real - que potencialmente pode levar a consequências desastrosas em nível social e ambiental - as oportunidades projetuais para um desenvolvimento sustentável embasado nas escolhas tecnológicas melhores. Concordamos assim com Mendes na sua visão de que “a única alternativa para a cidade é uma cidade melhor” (Mendes, 2006). Podemos ir, portanto, ainda mais além afirmando que “a única alternativa para a arquitetura é uma arquitetura melhor” assim como que “a única alternativa para a tecnologia é uma tecnologia melhor”.

O novo paradigma que deve ser definido exige uma planificação de uma agenda arquitetônica e urbanística tecnologicamente avançada, que opere em todas as escalas: da habitação unifamiliar aos edifícios, da rua à praça, da praça à cidade e ao território centralizando na sua ação projetual a preocupação (social) pelo direito de todos os usuários à qualidade de vida e à relação ativa entre ambiente construído e ambiente natural (ambiental), tendo em conta a efetiva acessibilidade a esta qualidade para todos (econômica).

---

<sup>2</sup> Isso não significa necessariamente repudiar totalmente o paradigma passado.

<sup>3</sup> Seguindo uma lógica eminentemente pragmática, os autores afirmam que providenciar transportes públicos, assim como alojamento, eletricidade, água e saneamento, entre os diversos serviços de utilidade pública, para um local densamente povoado normalmente é mais barato e menos prejudicial para o ambiente do que fornecer algo semelhante em nível de serviços para a uma população mais dispersa.

Neste quadro atual, os arquitetos são chamados a se unirem com outros profissionais de áreas tecnológicas como engenharia, física, química, meio ambiente e da área sociológica como geografia, antropologia, sociologia e economia, além das demais áreas atuantes em políticas públicas, a fim de responder a tais desafios, que incluem o conceito de “melhor” ligado a “tecnologia” e ao “projeto”.

Achamos aqui necessário recuperar o pensamento crítico de Tomas Maldonado, quando no texto *La speranza progettuale* (1971)<sup>4</sup> denuncia a degradação perpetuada contra os três elementos fundamentais do sistema biótico - água, solo e ar - enfrentando a problemática de maneira propositiva, com uma profunda defesa da atividade projetual, do uso das tecnologias influenciada pela noção de “Princípio Esperança” do filósofo alemão Ernst Bloch, em oposição à chamada “utopia negativa” da escola de Adorno. A grande contribuição de Maldonado é, portanto, a de que temos o dever de agir contra a degradação ambiental e social, mediante o projeto entendido como “projeção concreta” - recuperando a esperança projetual, isto é, “reconstruir sobre novas bases a nossa confiança na função revolucionária do raciocínio aplicado”. (MALDONADO, 1971, p.65), ou seja: do Projeto.

Chagamos assim num primeiro conceito fundamental desta nossa contribuição que é a *força de mudança positiva da ação do projeto como ato revolucionário*.

Se assumimos como tecnologia a passagem pela qual o conhecimento (logia) e as habilidades (thekno) convergem para criar um produto útil e funcional, podemos concluir que o raciocínio aplicado é evidentemente, iminentemente e intimamente ligado ao conceito de tecnologia. Por extensão: a tecnologia como ato revolucionário finalizado a uma mudança positiva.

Surge aqui a polemica questão sobre que tipo ou quantidade de tecnologia, seu impacto e sua sustentabilidade.

## **LUDDISMO**

Precisamos considerar, portanto, a posição dos luditas ou neoluditas, isso é de quem manifesta ampla aversão e oposição a industrialização e informatização do nosso dia dia.<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup> Tradução nossa: A esperança projetual. Este texto infelizmente não foi traduzido até hoje em português.

<sup>5</sup> O termo "ludita" (luddite, em inglês) vem do início do século XIX (1811-1813), identificando os

Na folha de São Paulo, encontramos a presente manchete “Neoludita prevê catástrofe mundial em 2020”. No artigo do 1995, Kirpatrick Sale, considerado um dos mais importantes neoluditas dos EUA afirmava: "Se a revolução tecnológica continuar no ritmo que está, em 25 anos estaremos todos à beira de catástrofe econômica e ambiental". (Folha de São Paulo, 12/11/1995).<sup>6</sup>

Porém o Neoludismo do final do século XX e início XXI é muito diferente do Ludismo do 1811. Não é contra aos maquinários, nem a todos os processos de industrialização ou tecnológicos que o neoludita dirige a sua oposição hoje. O novo inimigo da humanidade é agora a invasão digital, sempre mais micro e sempre mais invasiva, a informatização desnecessária, a criação de mundos virtuais. O Neoludita é contra a "tirania da sociedade tecno-industrial"<sup>7</sup> que invade e que quer controlar a vida das pessoas. O famoso Ted Kaczynski conhecido como Unabomber propunha no seu manifesto publicado no jornal Washington post, que todos os computadores fossem destruídos e que as pessoas voltassem a viver em pequenas comunidades. Só assim, segundo ele, o homem teria como se livrar do processo de escravização lenta e gradual imposto pelo governo e por grandes corporações da "sociedade tecno-industrial".

São os atuais "Americans Unplugged" (americanos desplugados) conhecidos pela aversão que têm às novas tecnologias da informática. Não são poucos e nem isolados: numa pesquisa realizada pela revista norte-americana "Newsweek" resulta que o 55% da população adulta dos Estados Unidos teria medo ou resistência à entrada de computadores em suas vidas. Isso significa aproximadamente 150 milhões de pessoas que resistem (por medo ou convicção) à tão declamada revolução tecnológica num país considerado um dos mais liberal e avançado nestes aspetos.

É evidente que não é uma questão ligada à tecnologia, mas sim se relaciona mais a quantidade e, sobretudo, a qualidade tecnológica que a revolução tecnológica está propondo. Os neoludistas do século XXI se preocupam do impacto real que as

---

bandos organizados de trabalhadores têxteis desempregados, os quais buscavam destruir a maquinaria que, segundo entendiam, lhes roubava os empregos. Uma das versões da origem do nome dos líderes desse movimento se chamava Ned Ludd, apelidado pelos seus seguidores de "Rei Ludd".

<sup>6</sup> Se consideramos que a maior crise econômica mundial conhecida como da Bolha imobiliária, segunda só a da Grande depressão do 1929, aconteceu só 12 anos depois desta afirmação, podemos concluir que Sale foi até otimista na sua visão.

<sup>7</sup> Industrial Society and Its Future (A Sociedade Industrial e o seu Futuro), mais conhecido como Manifesto do Unabomber, escrito por Ted Kaczynski, eco-terrorista estadunidense, enviado aos jornais The New York Times e The Washington Post.

novas tecnologias irão trazer no dia-dia das pessoas comuns versus os interesses das grandes corporações, dos poderes econômicos e interesses políticos multi e transnacionais. Esta preocupação nos leva automaticamente ao conceito de sustentabilidade ou, ainda mais interessante, de “sustentabilidade efetiva” da tecnologia na nossa vida e nas nossas cidades.

## **TECNOLOGIA SUSTENTÁVEL APLICADA A ARQUITETURA E URBANISMO**

Quando falamos de “sustentabilidade efetiva” estamos, ao nosso ver, na verdade falando de “qualidade efetiva” trazendo uma relação direta e circular entre o conceito de “arquitetura melhor”, com os conceitos de “contexto” e de “responsabilidade social”, que nos leva novamente à ideia holística de “sustentabilidade”.

Nesta base podemos considerar o momento atual como uma fase de mudança paradigmática popperiana. Como qualquer momento de mudança, este momento histórico que vivenciamos nos permite, nos proporciona e nos impulsiona para uma nova reflexão, mais ampla, complexa e rica sobre arquitetura, urbanismo, sustentabilidade, tecnologia, inovação e desenvolvimento.

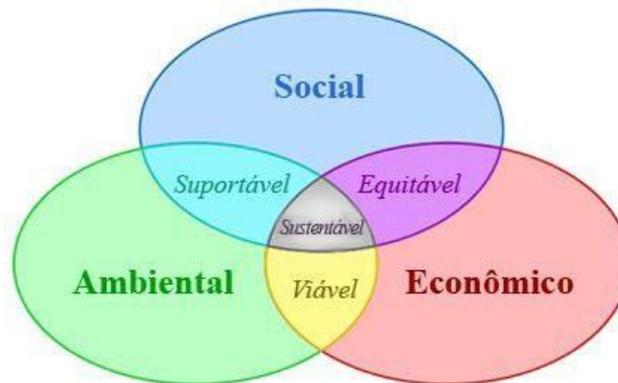
É preciso, portanto, definir as principais noções, conceitos e ferramentas que, a nosso ver, o arquiteto-urbanista tem a sua disposição para contribuir nesta *Revolução paradigmática* embasada no Projeto e na tecnologia.

A definição de Sustentabilidade de forma geral envolve os aspectos de desenvolvimento versus impacto ambiental, social e econômico. O famoso Relatório da Comissão Brundland da ONU, publicado em 1987, fornece uma das primeiras definições de Desenvolvimento sustentável: “O desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades” (ONU, 1987, p. 2).

Mas este conceito de sustentabilidade, ainda ligado principalmente ao ambiente é, a nosso ver, muito reduzido. Para Meadows (2004) é necessário pensar o desenvolvimento sustentável como diálogo dinâmico e convergências de interesses de três âmbitos de desenvolvimento: Econômico, Ambiental e Social, também chamado “Tripé da Sustentabilidade” (Figura 1), conceito criado em 1990 por John Elkington e

sistematizado depois por Peter Fisk.<sup>8</sup>

Figura 1 - O Tripé da Sustentabilidade



Fonte: MEADOWS, 2004

Quando são satisfeitas só as exigências Ambientais e Econômicas temos o Desenvolvimento Viável (Eco eficiência), quando são satisfeitas só as exigências Sociais e Econômicas, temos o Desenvolvimento equitativo (Inclusão social) e quando são satisfeitas só as exigências Ambientais e Sociais temos o Desenvolvimento suportável (Justiça socioambiental).

Só com a visão mais ampla da convergência das três tipologias de Desenvolvimento temos o Desenvolvimento tecnologicamente Sustentável.

Se trouxermos estes conceitos para o âmbito urbano/arquitetônico e tecnológico e, portanto, do “construído e do espaço habitado”, o Desenvolvimento arquitetônico e urbanístico tecnologicamente sustentável é o Projeto tecnológico que satisfaz as necessidades de conforto e qualidade de vida, i) para o maior número de pessoas (sustentabilidade social), si) por um custo menor (sustentabilidade econômica), si) sem comprometer a capacidade de regeneração dos ecossistemas onde o espaço habitado e construído incide (sustentabilidade ambiental).

---

<sup>8</sup> No livro How to Embrace Sustainability for Innovation and Business Growth, 2010

Figura 2 - O Tripé do Projeto Arquitetônico tecnologicamente sustentável



Fonte: O autor

A arquitetura do futuro será com certeza uma arquitetura que gastará menos: menos energia elétrica, menos água, menos recursos naturais e menos dinheiro para garantir a qualidade de vida para os seus usuários, além da gestão dos resíduos e do impacto ambiental negativo.

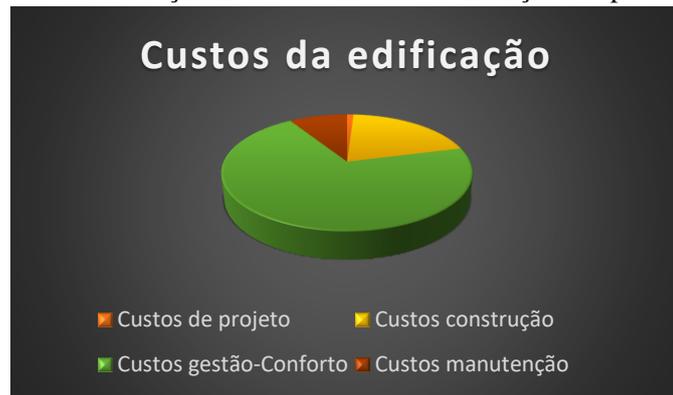
Por que isso aconteça é necessário que seja reconhecida a importância da etapa projetual e da sua relação com o contexto.

### **O PROJETO ARQUITETÔNICO: 1-2%**

A inovação tecnológica das nossas cidades passa para um bom projeto, que seja garantia de um uso dos recursos e da tecnologia de forma sustentável. Infelizmente nem sempre o projeto é valorizado.

Os gastos com obras de edificação – para um edifício com vida útil de 50 anos – ao contrário do que se pensa, representam apenas 20% em relação ao gasto total. O restante são custos de gestão do edifício e de manutenção. O custo do Projeto, que tem o objetivo de garantir o bom funcionamento do edifício ao longo do tempo no que respeita ao ambiente e aos seus inquilinos, varia entre 1 e 2% do custo total, ou seja, praticamente nada. (Figura 3)

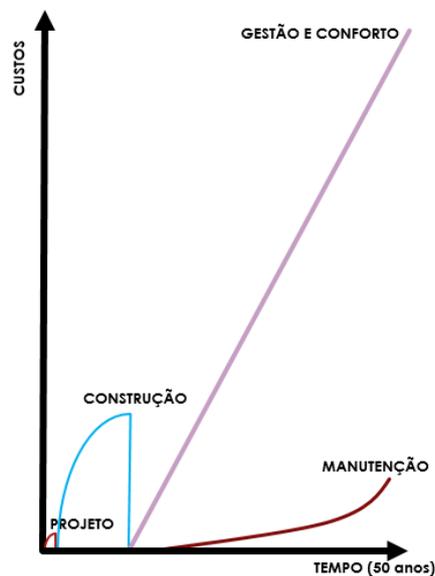
Figura 3 – Distribuição dos custos de uma edificação em percentagem



Fonte: MATTOS, 2010

Resulta evidente que o momento mais importante para a garantia de um menor custo de gestão e manutenção de um edifício – o projeto - é completamente desvalorizado. Como podemos ver na Figura 4 os custos de projeto iniciam e acabam num determinado período de tempo, igualmente os custos de construção da obra, no enquanto os custos de gestão e conforto são exponenciais, aumentando constantemente e linearmente no tempo. (Figura 4)

Figura 4 – Comportamento dos custos de uma obra no arco de 50 anos, distribuídos no tempo



Fonte: O autor

Um prédio mal projetado gastará mais energia, mais água, afetará mais o ambiente, produzirá mais resíduos e proporcionará um baixo nível de conforto ao seu morador.

Eventuais modificações e intervenções após o momento projetual e a conclusão da obra aumentam de maneira elevada os custos de mudança assim como o nível de risco, e baixam, na maioria dos casos, a eficácia e eficiência da intervenção. (Figura 5)

Figura 5 – Lei de Sitter ou lei da evolução dos custos



Fonte: MATTOS, 2010

Sem um projeto tecnológico adequado haverá um aumento considerável nos custos finais que recai completamente no usuário (econômicos e de bem estar) e na comunidade no seu geral (aspectos ambientais). Não há lei que regule claramente o processo projetual nestes aspetos. Assim, imobiliárias, construtoras e incorporadoras não têm objetivado seus planos de comercialização de imóveis a partir de possibilidades tecnológicas sustentáveis, seja quanto ao conforto dos moradores seja quanto às questões ambientais e energéticas. Apenas o consumidor, quando bem orientado, pode (e deve) tomar essa iniciativa, exigindo um bom Projeto arquitetônico.

## O CONTEXTO: GENIUS LOCI

Normalmente com o termo *Genius loci* se entende o “espírito do lugar”, que na antiga religião romana<sup>9</sup> era uma entidade sobrenatural (gênio) objeto de culto ligado a um determinado espaço ou lugar físico. (Figura 6). Aldo Rossi, em “Arquitetura da cidade” (1966) define o termo como uma “relação singular e universal que existe entre uma determinada situação local e os edifícios que estão naquele local”. Norberg-Schulz, no seu texto “Genius loci. Paesaggio Ambiente Architettura” (1979), também retoma o conceito de lugar natural em diálogo com o lugar artificial. Neste processo o

<sup>9</sup> Embasada na religião grega.

arquiteto norueguês recupera também as reflexões heideggerianas sobre os termos *lugar* e *habitar* como fenômeno, como “ser no mundo”, dando assim uma abordagem fenomenológica do ambiente e da interação entre lugar e identidade.

Figura 6 – Antiga representação do Genius loci em forma de cobra. Pompei Casa del Centenario (IX, 8, 3-6).



Fonte: Museo Archeologico Nazionale di Napoli

Trata-se essencialmente da necessidade de o arquiteto-urbanista saber compreender, através da escuta e da vivência, a realidade social e cultural, além daquela física e geográfica, onde vai intervir. Neste aspecto o aporte a nossa reflexão do arquiteto Hassan Fathy é, a nosso ver, fundamental e altamente inovadora no que respeita os posicionamentos teóricos do movimento moderno e pós-moderno que ainda influenciam muito a prática contemporânea do projeto:

“... evitar a atitude muitas vezes adotada por arquitetos e urbanistas de profissão: a de não levar em conta as necessidades da comunidade, convictos de que todos os seus problemas podem ser resolvidos importando uma abordagem intelectualista do planejamento urbano para problemas de construção. Se possível, quero cobrir a distância que separa a arquitetura popular dos arquitetos. Sempre quis estabelecer um vínculo sólido e visível entre estas duas arquiteturas, na definição das formas, comuns a ambas, em que as pessoas pudessem encontrar um ponto de referência familiar a partir do qual pudessem ampliar sua compreensão do novo e com o qual o arquiteto poderia verificar a validade do seu trabalho em relação às pessoas e ao lugar”. (FATHY, 1986, p.24)

O arquiteto egípcio consegue assim resgatar a centralidade da cultura local,

como componente fundamental para garantir uma sustentabilidade efetiva da própria intervenção arquitetônica ou urbana, através do renovado protagonismo da comunidade/usuário na tomada de decisões do arquiteto. A “interação homem-ambiente constitui cultura” ele afirma e, na base deste diálogo homem-ambiente-arquiteto é possível imaginar uma “revolução do raciocínio aplicado”, protagonizado pelo arquiteto enquanto figura capaz de mediar as diferentes exigências, os inputs culturais, sociais e ambientais de um lugar/comunidade e propor soluções tecnologicamente inovadoras.

Inspirados por estas reflexões e indo um pouco além, identificamos o *Genius loci* não só como uma expressão de um espaço físico (natural ou artificial) mas também como cultura, como expressão dos “gênios” da comunidade, portanto social, cultural e emocional. É principalmente com este “espírito-gênio” que o arquiteto e urbanista deve estabelecer um diálogo no seu fazer arquitetura, na sua proposta tecnológica na sociedade atual a fim de garantir a sustentabilidade tecnológica efetiva que tanto procura e o preocupa.

## **ARQUITETURA DO FUTURO – TECNOLOGIA DO PASSADO**

Identificamos assim alguns conceitos chaves, fundamentais para introduzir a reflexão que dá título a esta contribuição, são estes:

- O poder revolucionário do ato projetual
- A tecnologia como ferramenta fundamental para o projeto
- O impacto social, econômico e ambiental devastador de uma má arquitetura e urbanismo deficitário
- O projeto como momento chave para a garantia da qualidade e sustentabilidade efetiva
- O genius loci como imanência social, cultural e física de um lugar

Aprendemos também dos neoludistas que o conceito de tecnologia se relaciona só transversalmente e numa visão absolutamente limitada, aos conceitos de industrialização, digitalização, informatização, computadorização, robotização, inteligência artificial, *virtual reality*, *machine learning*, *blockchain*, *IoT*, *bots* e *cloud*.

Existe tecnologia sem termos em inglês.

Definimos assim o conceito de **tecnologia ativa**, aquela que para funcionar não necessita de energia elétrica. Consequentemente podemos definir a arquitetura ativa como a arquitetura que trabalha e opera positivamente, através do Projeto, para garantir: i) o melhor conforto do usuário, ii) com os menores custos operacionais e de manutenção e iii) com o menor impacto no ambiente contextual. Novamente aqui protagoniza-se o equilíbrio dinâmico das influências entre o contexto ambiental, social, cultural e econômico. Somente quando os elementos climáticos e ambientais do lugar, dialogando com o contexto cultural, são incorporados à criação da paisagem construída, é possível realizar um planejamento local específico mais adequado e, assim, alcançar uma melhor qualidade de vida.

O enfoque da Arquitetura ativa<sup>10</sup> está principalmente em compreender o lugar, com seus condicionantes físicos e climáticos, mas também seus aspectos históricos, culturais, sensoriais e estéticos. O arquiteto deve entender todas as especificidades ambientais das escalas envolvidas no espaço (meio urbano e edifício), principalmente porque existe uma interdependência entre as mesmas. As agressões ambientais cometidas em determinada escala são percebidas e sofridas em outras, assim como a qualidade ambiental do espaço construído em todas as escalas garante a sustentabilidade da cidade como um todo. Tanto o espaço urbano quanto o arquitetônico devem funcionar como filtros, verdadeiros mecanismos de controle dos elementos naturais, para a criação do espaço cultural para as relações humanas. Parafraseando Le Corbusier: uma arquitetura como um *organisme à habiter*.

Neste sentido a história e a arquitetura do passado nos ensina muito no que respeita o conceito de uma arquitetura e uma cidade que possa funcionar como um organismo.

As torres de ventos da antiga Pérsia no atual Irã são os mais conhecidos sistema de resfriamento e de ventilação,<sup>11</sup> mas se encontram também no Afeganistão e no Paquistão. A maioria deles data entre X e XIV século d.c, mas uma imagem encontrada na tumba de Nebamun em Tebe no Egito do 1400-1350 a.c mostra

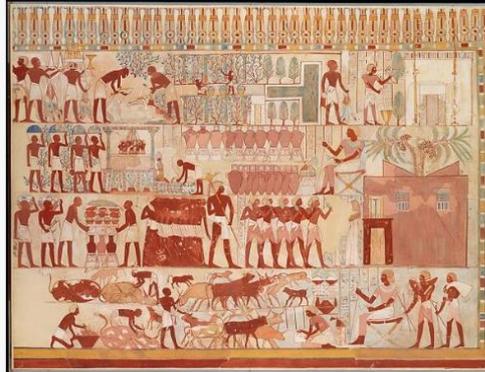
---

<sup>10</sup> É uso definir “Arquitetura passiva” aquela que usa os sistemas passivos, transpondo o termino passivo da “sistema” a “arquitetura”. Nada, a nosso ver, de mais errado pois queremos uma arquitetura ativa, que dialogue com o seu entorno, com o ambiente e com as pessoas.

<sup>11</sup> Conhecidos como **Badghir** in Farsi (língua persiana), Bòd Ghir, Bòd: vento e ghir: ciò che capta qualcosa.

elementos triangulares no topo da residência dele e para muitos estudiosos poderiam ser o sistema de ventilação e resfriamento similar as torres do vento. (Figura 7)

Figura 7 – Imagem encontrada na tumba de Nebanum em Tete (Egito).



FONTE: British Nacional Museum

Podem ser descritos como enormes chaminés (Figura 8) que têm a função, de um lado, de captar os ventos dominantes, resfria-los mediante trocas condutivas com cinzas, água ou materiais com comportamento térmico favorável, e introduzi-los (sendo mais frios e pesados) no interior da residência e, por outro lado, ter um efeito de exaustão do ar quente do interior que sendo mais leve, tende a subir. Portanto, além de introduzir um ar mais fresco, eles criam motos convectivos produzindo um efeito de ventilação natural e, assim, uma percepção da temperatura inferior à da real.

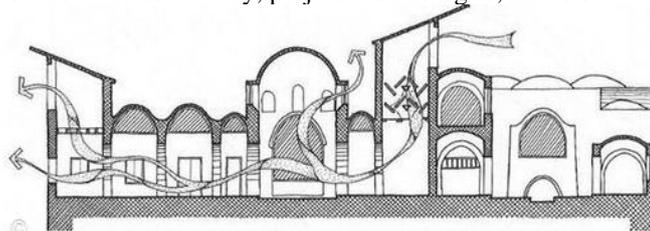
Figura 8 – Representação e funcionamento de um Badghir (Iran).



Fonte: Iran , 2018

Todo o edificio na verdade podia ser pensado como um sistema de resfriamento natural, com sequencias de torres de ventos e jardins internos para facilitar a ventilação e produção e ar fresco. (Figura 9)

Figura 9 – Desenho de Hassan Fathy, projeto casa no Egito, com sistema de ventilação.



Fonte: Aga Kahn Trust for Culture / A Albek & M Niksarli

A sua aplicação contemporânea mais conhecida são os laboratórios Torrents em Ahmedabad (Índia), mas também mais recentemente a Universidade do Qatar (Figura 10), o Zion Visitor Centre, Utah, (USA), a Biblioteca do Regent College, University of British Columbia, Vancouver (Canada) e ainda a estrutura aerodinâmica do estádio Kensington Oval, Bridgetown, (Barbados), só para citar alguns exemplos.

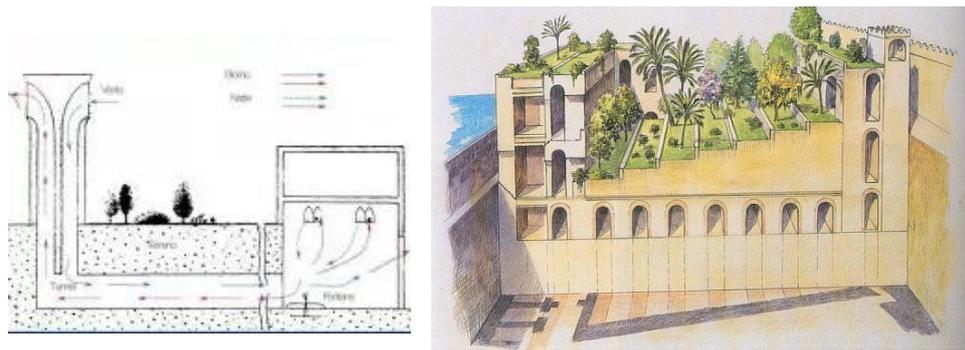
Figura 10 – Sistemas de captação de vento na Universidade de Qatar.



Fonte: archdaily, 2021

Outro sistema muito utilizado na antiguidade é o resfriamento ou aquecimento por geotermia. Os romanos utilizaram a geotermia para o aquecimento das águas termais e as saunas ou para resfriar mediante tuneis as academias. No Egito, em babilônia, na Índia Mogol, e em todo o médio oriente grandes tuneis subterrâneos resfriavam o ar que entrava nas residências. (Figura 11).

Figura 11 – Sistemas de resfriamento geotérmico em Babilônia.



Fonte: o autor

As paredes, telhados e pavimentos acumuladores são também características de muita arquitetura vernacular médio oriental, da mesopotâmia, do Egito, do Sudão, da Somália, dos antigos romanos, das primeiras populações nórdicas europeias e também das Américas. Os telhados verdes, as paredes em terra e de grande espessura pensadas como armazenamento natural de energia térmica, são exemplos significativos de como desde a antiguidade a pele do organismo arquitetônico foi pensada como amortizadores térmicos de proteção seja pelo extremo frio seja pelo excessivo calor.

O arquiteto Renzo Piano, no seu projeto para o Museu de ciências naturais da Academia de Ciências da Califórnia, (Figura 12) propõe um enorme telhado verde de 50.000 metros quadrados. O mesmo arquiteto propõe para o hospital na Uganda paredes em terra de taipa de pilão de 60 cm de espessura.

Figura 12 – O Grande telhado verde do Museu de ciências naturais de Renzo Piano na Califórnia.



Fonte: Tim Griffith

O *brise soleil* e as varandas de sombreamentos, como elemento de filtro ao calor são uma característica forte ligada a arquitetura vernacular por exemplo do Brasil, mas também da Índia e do antigo Egito, só para citar os países onde é mais difusa.

Na contemporaneidade famosos arquitetos brasileiros do modernismo, citamos aqui Lucio Costa, Reidy, os irmãos Roberto, Niemeyer e muitos outros fizeram do

brise soleil um elemento base da própria proposta arquitetônica, assim como o encontramos na proposta do arquiteto Suíço Le Corbusier, em Marselha na França, em Argel na Argélia e em Chandigarh na Índia. (Figura 13)

Figura 13 – Le Corbusier Chandigarh (India)



Fonte: o autor

Em fim o uso da água vaporizada como trocador de calor. Os famosos jardins de babilônia, ou dos faraós de Egito, assim como as vilas da antiga Roma, utilizaram sistemas de vaporização da água para reduzir o efeito térmico de temperaturas elevadas.

Esta técnica que protagoniza a água foi utilizada recentemente com bom sucesso em Sevilha, no Expo do 1992, (Figura 14) para controlar nas áreas externas do Expo as altas temperaturas do verão sevilhano. O projeto de resfriamento previa uma rede de lagoas e canais artificiais, espelhos de água, fontes, jactos de água e sistemas de nebulização de água.

Figura 14 – Sistema de nebulização da água em Sevilha (Espanha) no EXPO 92



Fonte: Sevilha, 1992

## CONCLUSÕES

Como resulta evidente, é possível explorar o uso de tecnologias passiva em prol da sustentabilidade efetiva de uma intervenção arquitetônica ou urbana. Estudar e pesquisar as técnicas antigas de produção de conforto ambiental não é, portanto, só um trabalho de arqueólogos, antropólogos ou historiadores, mas sim dos arquitetos e

engenheiros preocupados com a qualidade do bem viver das pessoas, impactando menos possível no ambiente e ao custo menor. Nestas bases, a efetiva garantia de sustentabilidade que responda a exigências do tripé anteriormente acenado, passa necessariamente pela capacidade de o arquiteto-urbanista se relacionar e entender, além dos aspectos climáticos/ambientais e econômicos, os aspectos sociais e culturais, que o processo do Projeto necessariamente envolve.

Mais uma vez as pessoas estão no centro da ação projetual do arquiteto-urbanista e são elas que definem as dimensões do sucesso do projeto arquitetônico tecnologicamente sustentável e que, portanto, definem o conceito de “melhor” e de “qualidade”, na base da própria cultura, do próprio contexto social e econômico, além de ambiental, na base, portanto, do próprio *Genius loci*.

## REFERÊNCIAS

- ALUCCI, M.P. **Geometria dos Ambientes: um dos fatores determinantes do Desempenho Térmico das Edificações**. IPT, Divisão de Edificações, Revista Tecnologia de Edificações (número 3), São Paulo, agosto 1986.
- AMORIM, C.N.D. **Energia, Luz Natural e Conforto Luminoso**. PPPG / FAU / UnB. Brasília, 2009.
- ARGAN, G. C. **Projeto e destino**. São Paulo: Ed. Ática,
- ASHRAE (American Society Of Heating, Refrigerating And Airconditioning Engineers) Standard 55. **Thermal Environment Conditions for Human Occupancy**, ASHRAE, Atlanta, 2004.
- BAINBRIDGE, D. A.; HAGGARD, K. L. **Passive solar architecture: heating, cooling, ventilation, daylighting and more using natural flows** . White River Junction, Vt.: Chelsea Green Pub. Co., 2011.
- BANCO MUNDIAL, **Sistemas de Cidades**, World Bank, 2014
- BARBIRATO, Gianna Melo, SOUZA, Léa Cristina Lucas de, TORRES, Simone Carnaúba, **Clima e Cidade: a abordagem climática como subsídio para estudos urbanos**. Maceió: EDUFAL, 2007.
- BENEVOLO, Leonardo. **Historia da cidade**.,Perspectiva, 3. ed., São Paulo, 1997.
- CHANDLER, T.J. **Urban climatology and its relevance to urban design**. Genebra Technical Note, nº49. World Meteorological Organization, 1976.
- CORBELLA, O.; CORNER, V. **Manual de arquitetura bioclimática tropical: para redução do consumo energético**. Rio de Janeiro: Revan, 2011
- DEBANI, C. M.; CARDOSO, F. F. **A sustentabilidade ao longo do ciclo de vida de edifícios: a importância da etapa de projeto arquitetônico**. NUTAU 2002, FAU- USP, São Paulo, 2002.
- EPBD . **Directiva Europeia do Desempenho Energético dos Edifícios**, 2002/91/CE.

- EVANS, M. e SCHILLER, S. de. **Diseno Bioambiental y Arquitectura Solar**. Serie Ediciones Previas, Facultad de Arquitectura, Buenos Aires, 1991.
- FATHY, H.. **Construindo com o povo**, Rio de Janeiro: Salamandra 1980.
- FATHY H., **Natural Energy and Vernacular Architecture**, The University of Chicago Press. 1986.
- FRANCO, Maria A. R. **Planejamento Ambiental para a cidade sustentável**. Annablume: Fapesp, São Paulo, 2001.
- GARCÍA, Maria C. M. **Climatologia Urbana**. Barcelona: Universitat de Barcelona, 1999.
- LAMBERTS ,R. GHISI, E. PAPST, A. L. **Desempenho térmico de edificações**, UFSC,2000.
- LYNCH, K. **A imagem da cidade**. Tradução: Jefferson Luiz Camargo., Martins Fontes, São Paulo, 1999.
- MAJOROS, Andrés. Daylighting. **PLEA Notes**. Queensland, Australia: University of Queensland Printery, 1998;
- MALDONADO T., **La speranza Progettuale**, Milano: Eunaidi, 1971
- MASCARÓ, L R. **Energia na Edificação – estratégia para minimizar seu consumo**. Projeto, São Paulo, 1985.
- MASCARÓ, J. L. MASCARÓ, L R. **Incidência das variáveis projetivas e de construção no consumo energético dos edifícios**. Sagra, Porto Alegre, 1992.
- MINDLIN, H.E. **Arquitetura moderna no Brasil**. Ed. Aeroplano, Rio de Janeiro, 1999.
- MEADOWS, D. **The Limits of Growth**. White River Junction, VT: Chelsea Green Publishing, 2004.
- MENDES, Camila Faccioni, **Paisagem urbana: Uma mídia redescoberta**, Senac São Paulo, 2006
- MONTEIRO, C.A. de F. **Teoria e clima urbano**. IGEOG-USP. Série Teses e Monografias, nº 25, São Paulo, 1976.
- NAÇÕES UNIDAS, Divisão das Nações Unidas para a População do Departamento dos Assuntos Econômicos e Sociais - **DESAWorld Urbanization Prospects**, 2014. Disponível em: <https://www.unric.org/pt/actualidade/31537-relatorio-da-onu-mostra-populacao-mundial-cada-vez-mais-urbanizada-mais-de-metade-vive-em-zonas-urbanizadas-ao-que-se-podem-juntar-25-mil-milhoes-em-2050>
- NEUFERT, E. **A arte de projetar em arquitetura**. Ed. Gustavo Gili, São Paulo, 1976.
- NORBERG-SCHULZ, C. **Genius Loci – towards a phenomenology of architecture**. New York, Rizzoli International Publications, Inc, 1980.
- OKE, T. R. **Boundary Layer Climate**. Methuen. London, 1978
- OLGYAY, V. **Design with climate – bioclimatic approach to architectural regionalism**. Universidade de Princeton, Nova Jersey. 3a. ed.,1973.
- OLGYAY, V. **Arquitetura y Clima – Manual de Diseño Bioclimático para Arquitectos y Urbanistas**. Editora Gustavo Gili. Barcelona, 1963.
- OLIVEIRA, P.M.P.de. **Cidade apropriada ao Clima – a Forma Urbana como Instrumento de Controle do Clima Urbano**. Editora da UnB, coleção Textos Universitários, Brasília, 1998.
- REZENDE, V. **Planejamento Urbano e Ideologia**. Civilização Brasileira, São Paulo, 1982.
- RIVERO, R. **Arquitetura e Clima: acondicionamento térmico natural**. 2ªedição, D.C. Luzzatto Editores, Porto Alegre, 1986.
- ROMERO, M.A.B. **Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano**, ProEditores, São

Paulo, 2000.

ROMERO, M.A.B. **Arquitetura Bioclimática do Espaço Público**. UnB, Brasília, 2001.

ROSSI Aldo, **L'architettura della città**, Milano:Feltrinelli, 2015.

SERRA, R. **Clima, Lugar y Arquitectura**, CIMAT, Barcelona. 1989.

SERRA, R. e COCH, H. **Características Generales del Proyecto**. Cap. 10. In:"Arquitectura y Energia Natural". Ediciones UPC, Barcelonas, 1995.

SILVA, J.J. Educação, sociedade e tecnologia: revisitando a polêmica da inovação tecnológica, em **Perspectiva**. Florianopolis. UFSC/CED. NUP. n. 24 P. 51 – 66

U.S. Department of Energy, **US Energy Information Administration**, Washington, EIA, 2008