

# A PERSPECTIVA TECNOLÓGICA DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL: BUCKMINSTER FULLER E A ARQUITETURA DOS ANOS 2000

*THE TECHNOLOGICAL PERSPECTIVE OF ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY: BUCKMINSTER FULLER AND THE ARCHITECTURE OF THE 2000's*

**RAPHAEL GRAZZIANO**

## RESUMO

No fim dos anos 1980, consolida-se o discurso atualmente ainda hegemônico a respeito da crise ambiental, por meio da categoria de “sustentabilidade”. Elaborada no relatório Brundtland, a sustentabilidade tem como corolário o avanço tecnológico como a principal solução para os problemas ecológicos, pois estratégias inovadoras permitiriam uma superação dos impasses de exploração do ambiente e resultariam inclusive em desenvolvimento social. Para investigar como uma posição semelhante foi produzida na arquitetura, elegemos um caso específico, dos projetos e escritos de Richard Buckminster Fuller, apontando ali não só um elo inesperado entre tendências ditas *low e high tech* na arquitetura, mas também como sua obra foi apropriada de modos distintos em diferentes momentos históricos. Após analisar a relação ambígua de Fuller com a técnica industrial, e o uso que seus contemporâneos lhe deram, veremos também como ela está presente na arquitetura dos anos 2000, tomando para isso a obra da Foster+Partners.

**PALAVRAS-CHAVE:** Modernização ecológica. Norman Foster. Richard Buckminster Fuller. Sustentabilidade ambiental.

## ABSTRACT

*In the end of the 1980's, the current hegemonic discourse about the environmental crisis settled the notion of “sustainability”. This notion was formulated in the Brundtland report, which argued that innovation in technology would overcome the impasses of environmental exploitation, in a way that could even result in social development. We choose a specific case, of the projects and writings of Richard Buckminster Fuller, to investigate how a similar position was produced in the architecture, there pointing not only an unexpected link between low and high tech tendencies, but also how his work has been appropriated in different ways according to the historical moment. After analyzing the ambiguous relation between Fuller and the industrial technique, and also its employment in his contemporaries, we will elaborate how it is still present in the architecture of the 2000's, taking the work of Foster+Partners as an example.*

**KEYWORDS:** Ecological modernization. Norman Foster. Richard Buckminster Fuller. Environmental sustainability.



## INTRODUÇÃO

[...] mais e mais estudantes ao redor do mundo estão aprendendo a nova e surpreendente alternativa à política — a revolução da ciência de projeto que pode resolver o problema sozinha (FULLER, 1970, p.101, tradução minha)<sup>1</sup>.

Pautas ligadas à sustentabilidade ambiental têm ocupado lugar cada vez mais central na arquitetura, o que leva os profissionais a aplicar tais preceitos nos mais diversos programas, como modo de responder à escassez de recursos e aos desastres ambientais. Ainda assim, por vezes a sustentabilidade em arquitetura tem sentido demasiadamente vago (TABB & DEVIREN, 2013); outras vezes, é empregada apenas como elemento simbólico distintivo (BROWN, 2010).

A disseminação da sustentabilidade na arquitetura não teve contraparte significativa na historiografia, carecendo ainda de uma leitura que organize as diferentes correntes e elabore as implicações dos partidos adotados. Há algumas histórias específicas propostas, de maior ou menor fôlego, como as de Wines (2000), Edwards e Du Plessis (2001), e Tabb e Deviren (2013)<sup>2</sup>. Destaca-se, entretanto, que todas possuem problemas metodológicos semelhantes: por um lado, um campo semântico muito alargado para o que seria “sustentabilidade”, o que inclui, no decorrer de poucas páginas, arquiteturas muitos díspares, passando de Le Corbusier e Hassan Fathy a manifestações vernaculares medievais e de favelas; por outro lado, especialmente em Wines (2000) e Tabb e Deviren (2013), os autores incluem as obras realizadas pelos próprios escritórios como paradigmáticas da história que analisam, colocando em xeque a objetividade dos critérios de seleção dos casos citados.

Embora sua história remonte a períodos muito anteriores, a ecologia, tal como absorvida pela arquitetura, teve seus maiores impactos em projeto a partir do fim da década de 1960. Para muitos, a arquitetura desse período seria *low tech*, em oposição às soluções *high tech* adotadas a partir da década de 1990. Entretanto, em primeiro lugar, argumentaremos que essa distinção é problemática já desde aquele momento inicial, na medida em que certas obras ditas *low tech* adotavam elementos industriais de construção; e que, em segundo lugar, os projetos de Buckminster Fuller já adiantavam muitas das estratégias atualmente empregadas — como argumentaremos, seu trabalho escapa mesmo a periodizações consolidadas da sociologia ambiental.

Além da atenuação das periodizações estritas realizadas pelos historiadores e críticos consultados, analisaremos ainda, como segundo objetivo, o surgimento da pauta de avanço das forças produtivas na disciplina arquitetônica como modo de mitigação da degradação ambiental, hoje legitimada pelos principais arquitetos ligados à sustentabilidade ao buscarem valores como eficiência e inovação tecnológica — valores esses que não têm ligação necessária com a sustentabilidade.

Para ambos os objetivos, veremos que Fuller ocupa lugar privilegiado: por um lado, ainda que primordialmente direcionada à elaboração técnica, sua obra consegue escapar do dualismo *low high* acima mencionado; por outro lado, ela possui seus próprios limites, que nos esclarecem a respeito de nossas atuais decisões projetuais. Isso porque Fuller é um dos arquitetos historicamente mais influentes na arquitetura ambiental contemporânea: como veremos, ele é um dos principais responsáveis por organizar elementos de estética e de projeto que a arquitetura de alta performance técnica hoje emprega.

Assim, na primeira seção deste trabalho, discutiremos as vertentes do *low* e do *high tech* na arquitetura sustentável e suas limitações, como expusemos acima. A seguir, na segunda seção, a partir do caso de Buckminster Fuller, elaboraremos suas propostas de avanço técnico, uma característica ainda moderna de projeto, entretanto complementada por um discurso ecológico ausente no modernismo: eficiência e inovação ganhavam ali a função de economizar recursos dentro do sistema fechado da “Espaçonave Terra”. Na terceira seção, abordaremos a relação de Fuller com a técnica industrial: por um lado, o arquiteto era visto como um inventor de técnicas menos hierárquicas de projeto e construção, eliminando a figura do especialista, enquanto que, por outro lado, o próprio se via não como um opositor da indústria, mas como aquele que dava um passo a mais em sua lógica. Por fim, na quarta seção, discutiremos como muitas das estratégias concebidas por Fuller, como aquelas apresentadas nas seções anteriores, ainda permanecem na arquitetura recente, empregando para isso seu caso mais paradigmático, a Foster+Partners.

## AS DIFERENTES VERTENTES DA ARQUITETURA SUSTENTÁVEL

De início, deve-se lembrar que a própria noção de “sustentabilidade” é muito recente. De fato, o termo surge no chamado relatório Brundtland, de 1987, a partir do qual foi concebido o tripé da sustentabilidade: social, econômica e ambiental. Ainda que tenha sido um momento de virada no ambientalismo, deve-se relativizar a originalidade do relatório, pois muito do debate da sociologia ambiental da década de 1980 havia lhe preparado o terreno. Ao longo desse período, sobretudo no círculo dos chamados “modernizadores ecológicos”, ganhou força uma teoria do ambientalismo que em linhas gerais destacava a importância da inovação tecnológica na redução dos problemas ambientais, antagonizava com o Estado em favor de dinâmicas do mercado e pensava o ambientalismo dentro de um contexto de globalização. Os modernizadores ecológicos opunham-se aos “desmodernizadores” e neo-marxistas do momento anterior, que eram hegemônicos, sobretudo até o início dos anos 1980, destacando-se como um grupo cético à noção de progresso e ao “projeto industrial moderno” (SPAARGAREN, 2000; MOL & SONNENFELD, 2000). Esses modernizadores ainda estão presentes no atual cenário intelectual, como indica a genealogia de um de seus defensores, ao elencar as diversas gerações dessa corrente (MOL & SONNENFELD, 2000).

Essa periodização que opõe desmodernizadores a modernizadores assemelha-se àquela feita por Luis Fernández-Galiano, em um editorial da revista *Arquitectura Viva* (2005). O crítico divide a agenda ecológica da arquitetura em dois períodos históricos. O primeiro, da década de 1970, caracterizar-se-ia pelas técnicas rudimentares de construção, em que a repentina consciência de um desastre ambiental próximo teria resultado em um esforço de retrocesso técnico, na volta a tempos em que homem e natureza teriam convivido harmonicamente. A intervenção sobre a natureza seria direta, sem a mediação de máquinas, reduzida a um artesanato, segundo o crítico espanhol, mitificado. O segundo período, dos anos 2000, seria o seu oposto: no lugar da vida autônoma e isolada em meio à natureza, a constituição de um campo profissional da sustentabilidade, organizado por seus próprios eventos, instrumentos de divulgação e sistemas de valorização corporativa. Em suma, a sustentabilidade arquitetônica dos anos 2000 configurar-se-ia por circuitos burocráticos que garantiriam a plena disseminação de suas ideias, não mais restritas a grupos hippies apartados da sociedade. Assim, passaríamos do primitivismo à tecnocracia, do *low* ao *high tech*. Em comum entre as duas fases, uma fatalidade econômica: as crises de alta do preço do petróleo, uma no início da década de 1970, outra no fim da de 1990. Essas crises teriam rearranjado o campo arquitetônico, que, em busca de legitimidade social, teria deslocado suas pautas para responder aos problemas da sustentabilidade. Nesses períodos de recessão, a arquitetura anularia seu “pacto fáustico com o desperdício e o excesso” (FERNÁNDEZ-GALIANO, 2005, p.25, tradução minha)<sup>3</sup>, ainda que momentaneamente.

Sob certo aspecto, pensamos ser plausível a distinção realizada. Parte significativa da arquitetura da década de 1970 pode ser chamada de *low tech* ao aproximar-se de técnicas construtivas pré-industriais e pré-modernas, nas quais a relação do trabalhador com os materiais é mais imediata e as figuras de usuário e construtor muitas vezes diluíram-se em uma só. Um exemplo possível, ausente do texto de Fernández-Galiano, mas que pensamos corroborar sua tese, é o da *Tao Earth House* (1971-1973), construída em Austin a partir da associação entre Charles Harker e o Tao Design Group, na qual as ferramentas eram criadas conforme as necessidades do canteiro e cuja construção foi feita pelos próprios arquitetos, “à maneira dos insetos” (KALLIPOLITI & SHAO, 2009, *online*, tradução minha)<sup>4</sup>. Assim como outras manifestações da época, esse projeto se opunha à entrada da indústria no cotidiano das residências pela generalização do *American way of life*, em que o denominador comum e fonte de incômodo era a consolidação da utopia moderno-industrial.

Entretanto, há insuficiências no argumento de Fernández-Galiano (2005). No caso da *Tao Earth House*, a organização do canteiro é modificada e distanciada de modelos industriais. Contudo, novos materiais são utilizados, como o poliuretano líquido. Há inúmeros exemplos semelhantes: veja-se o domus de isopor da *Dow Chemical* de 1966, construído por um só homem, equipado de uma pequena máquina e um mastro como

compasso, ou o iglu de plástico projetado pela Bayer, de 1970, para rápida moradia em eventos de catástrofe natural (KALLIPOLITI & SHAO, 2009), ambos produzidos por empresas hoje conhecidas pelo uso de tecnologia de ponta no controle da natureza. Esses materiais avançados logo revelaram efeitos colaterais, na medida em que se comprovou sua nocividade ao ambiente (SCOTT, 2007).

Portanto, a oposição entre *low* e *high tech* proposta por Fernández-Galiano (2005) é limitada, pois muitas vezes é na união dos dois pólos que esses pioneiros da arquitetura sustentável trabalharam. Há um elo entre esses dois extremos, entretanto, que consideramos particularmente significativo: Buckminster Fuller (1895-1983), alguém que combinou o controle da técnica e a sua revisão, o empresário e o criador, o mercado e a arte, a perplexidade frente à destruição da natureza e os meios técnicos otimistas de se preservá-la.

### A OBRA DE FULLER EM SEUS ASPECTOS DE AVANÇO TÉCNICO

Começando em 1928, as obras de Fuller percorrem cinquenta e cinco anos, período em que projetou edifícios, abrigos e sistemas construtivos. Montaner (2001) classifica-o como um arquiteto de segunda geração do Movimento Moderno, marcada pelo desenvolvimento das metodologias de projeto da primeira geração. Fuller opôs-se, já na década de 1920, à ideia de modernismo como estilo, defendendo em seu lugar sistematizações de desenvolvimento tecnológico que levariam a arquitetura, no limite, “a um kit de componentes” (COHEN, 2013, p.246). Nesse sentido, a ênfase na construção mais eficiente, seja por meio de sistemas construtivos inteiramente novos, seja pela pré-fabricação industrial da arquitetura, teve como contraparte uma indiferença ao contexto em que o edifício se implantaria (FRAMPTON, 1997), assim como nos casos mais radicais da arquitetura moderna.

Fuller cria no poder emancipatório da técnica de um modo ainda muito moderno. Tratava-se de mudar a natureza, não o homem: “Eu busco, através de uma ciência antecipatória e total de projeto e suas reduções às práticas físicas, reformar o ambiente ao invés de tentar reformar os humanos [...]” (FULLER, 1973, p.I, tradução minha)<sup>5</sup>. Uma característica antipolítica, de instrumentalização social para o controle da natureza. Assim, problemas sociais, de escassez de recursos, ou ambientais, de degradação da natureza, teriam solução técnica, pela invenção de novas ferramentas, pela redistribuição de recursos e pela flexibilidade e economia de materiais nas obras. Em suma, uma saída tecnocientífica, como visto em sua citação na epígrafe, retirada de uma comunicação proferida quando as revoltas de maio de 1968 mal haviam arrefecido, o que, acreditamos, só acentua a radicalidade de sua posição.

Mais ainda: para Fuller, a revolução tecnológica seria a única solução:

Torna-se evidente, então, que o clamor por paz da juventude ao redor do mundo só pode ser realizado através da revolução tecnológica, que fará muito mais com muito

menos por cada função, a ponto de, em última análise, produzir o suficiente para suprir toda a humanidade. Também está claro que essa tarefa pode ser cumprida *apenas* por essa revolução tecnológica de projeto. [...] Se o desejo de eliminar a guerra é o que mais os move [os jovens idealistas], eles terão que deslocar seu esforço da mera agitação política para a participação na revolução da ciência de projeto (FULLER, 1970, p.109, tradução minha, grifo do autor)<sup>6</sup>.

Assim, a ciência de projeto (*design science*), cuja superioridade é defendida face à política, seria a maneira de passar da “tecnologia de defesa”, feita para a guerra, para a “tecnologia doméstica da efemeralização”, de bens que poderiam suprir nossas necessidades cotidianas. No campo da arquitetura, a economia de recursos se daria por uma disciplina científica do projeto (FULLER, 1973) o que atingiria os mesmos objetivos com menor uso de materiais, aceleraria os processos produtivos e permitiria a flexibilidade das estruturas, passíveis de desmonte e de transporte. Dar-se-ia, assim, a efemeralização da arquitetura: fazer mais com menos, na busca por projetos mais eficientes. O ponto é ainda mais importante por Fuller considerar que temos recursos limitados: vivemos em um barco ou, como na sua célebre expressão, na “Espaçonave Terra” (FULLER, 1969). Ou seja, em um sistema fechado, no qual todos os suprimentos já estão a bordo, sem possibilidade de reabastecimento pelo tempo que durar a viagem.

Essa abordagem está presente em toda a sua obra. Veja-se as torres 4D de 1928, primeiro projeto atribuído a Fuller. Trata-se de um conjunto de exercícios em torno de torres leves, fáceis e rápidas de serem montadas, que poderiam ser relocadas por dirigíveis caso fosse necessário. Nos croquis (FERNÁNDEZ-GALIANO, 2010)<sup>7</sup>, vê-se a profusão global dessas torres eficientes, com o horizonte dominado pelas figuras de dirigíveis e de aviões; também se vê a carga simbólica que Fuller atribui a essas inovações técnicas, com imagens de recém-nascidos remetendo às futuras gerações (FERNÁNDEZ-GALIANO, 2010), tema também presente em seus textos (FULLER, 1973). Por fim, por meio de um croqui e uma tabela (FERNÁNDEZ-GALIANO, 2010), que opunham a casa tradicional ao arranha-céu, comparava as características de cada método, com vantagens evidentes para o segundo. Na tabela, destacam-se a maior velocidade de construção, a melhor segurança do empreendimento, os menores custos de operação; no croqui, em que um guindaste faz as vezes de balança, é representada a maior leveza do arranha-céu — leveza que serviria tanto à economia de recursos quanto à possibilidade de transporte da estrutura. Um segundo exemplo da “disciplina científica de projeto” é o das geodésicas: após duas tentativas de montagem frustradas, uma em 1947, no *Black Mountain College*, e outra em 1949, no jardim do Pentágono, Fuller foi bem-sucedido com uma cúpula para a Ford, em 1953. O sucesso abriu espaço para o registro da patente, em 1954. Apesar da simplicidade construtiva, a geodésica tem

uma geometria elaborada, permitindo a transposição de vãos com consumo mínimo de materiais. Por fim, outra técnica construtiva, o *tensegride*, composto por barras e cabos que funcionam exclusivamente sob tensão, sistema do qual a geodésica é um caso particular, também se caracteriza pelo uso mínimo de materiais. Concebido em oficinas que deu no *Black Mountain College*, em 1949, foi alvo de disputa quanto à autoria, entre Fuller e um de seus alunos, o artista Kenneth Snelson. Foi o professor quem ganhou os direitos sobre a patente.

Assim, Fuller não projetava edifícios, mas sistemas construtivos, o que vale inclusive para aquelas obras que respondem mais diretamente a programas específicos. Essa noção já estava presente na leitura de Banham (1967) sobre a obra do arquiteto. Para o historiador, enquanto em um ícone moderno como a *Villa Savoye*, de 1928, a arquitetura internalizaria a industrialização apenas como linguagem, a Casa Dymaxion®<sup>8</sup>, de 1927, ao submeter seus espaços a categorias racional-industriais de funcionalidade e eficiência, seria um projeto de outra modernidade, em que os componentes são todos industrializados e, no limite, a arquitetura se restringe a uma organização da produção de elementos construtivos e de sua montagem. Seu nome foi criado por uma equipe de relações públicas, combinando as palavras *dynamics*, *maximum* e *tension*, recorrentes nos discursos de apresentação proferidos por Fuller (FERNÁNDEZ-GALIANO, 2010). A casa foi concebida em torno de um mastro — de modo semelhante ao domus da *Dow Chemical*, citado acima —, por onde os elementos pré-fabricados eram içados e montados, e também de onde partiam os cabos de sustentação. Como apontado por Fernández-Galiano (2010), o mastro remete às metáforas de um barco ou de uma grande árvore — simbologia corroborada, no primeiro caso, por sua presença no discurso do arquiteto, ele mesmo autor de um barco a remo; e, no segundo caso, pela representação de uma árvore alinhada ao eixo da residência, presente em seus croquis. Segundo argumento de Banham (1967), no lugar da sua distribuição pela casa de acordo com a funcionalidade, como fazia Le Corbusier, em que cada equipamento se situaria no cômodo “pré-mecânico equivalente” (forno na cozinha, máquina de lavar roupas na lavanderia, gramofone na sala de música), Fuller agrupava as máquinas no centro, de modo que servissem à totalidade da área de convivência (*living-space*) que as circunda.

Fuller seria, então, um moderno ao quadrado, em que o avanço das técnicas e agendas levaria a uma nova organização do espaço e da obra. Segundo o próprio arquiteto:

O Estilo Internacional trazido à América pelos inovadores da Bauhaus usava fixadores padrão de encanamentos e aventuravam-se no máximo a persuadir os fabricantes a modificar a superfície das torneiras e alças das válvulas, e a cor, tamanho e arranjo dos azulejos. A Bauhaus Internacional nunca foi além da superfície da parede para olhar para o encanamento; eles nunca inquiriram o problema global dos próprios acessórios sanitários. Em suma, eles nunca olharam para problemas além de modifi-

cações na superfície dos produtos finais, os quais eram inerentemente sub-funções de um mundo tecnicamente obsoleto (SUDJIC, 2010, p.97, tradução minha)<sup>9</sup>.

Assim, a obra de Fuller inquiria todo o processo construtivo e sua racionalidade, não apenas as partes expostas superficialmente ao usuário. Sua arquitetura seria profundamente industrial, ao contrário da abordagem epidérmica de que a Bauhaus era acusada.

Entretanto, ainda que o projeto de Fuller se preocupasse mais com o processo construtivo do que os modernos europeus, também nele estão presentes estilemas da simbologia moderna: a aerodinâmica de carros, dirigíveis e trens influencia no projeto das habitações — nos quais, evidentemente, ela não é necessária. Fuller era, assim, moderno também no plano simbólico, em oposição à leitura de Gordon (2008) sobre a arquitetura sustentável das décadas de 1960 e 1970. Esse autor destaca as referências biológicas daquela arquitetura verde, de ninhos, favos de mel, casulos, formigueiros e diques de castores em oposição ao maquinário modernista. É verdade que nessa categoria se enquadrariam exemplos como a *Mesa City* (c1955-1960) de Paolo Soleri, com reminiscências botânicas, a *Tao Earth House*, que lembra um ninho, ou a insólita cabana para crianças *Planta-animal-homem-eco* de 1971, de Rudolf Doernach; mas a arquitetura de Fuller se encontra muito distante deste campo simbólico.

Em Fuller, também a figura do arquiteto sofre uma revisão. Em seu modo de trabalho, Fuller buscava a interdisciplinaridade como alternativa à especialização. Precisaríamos de “projetistas totais” (*comprehensive designers*), que pudessem lidar com o conhecimento de modo generalista. Esse profissional era chamado por Fuller de “tipo Leonardo” (*Leonardo type*): indivíduos próximos ao poder político e econômico, protagonistas do desenvolvimento social ao longo da história, caracterizados por realizarem “articulações científicas, artísticas, filosóficas, idealísticas, sensorialmente conceituais, fisicamente talentosas, lógicas, preventivas, imaginativas e práticas” (FULLER, 1973, p.30, tradução minha, grifo do autor)<sup>10</sup>.

Aqui, o arquiteto não é mais o chefe de um atelier de projetos, mas um empreendedor que passa a maior parte de seu tempo divulgando suas ideias, em busca de clientes e financiamentos. Certamente, Le Corbusier, cujo trabalho era visto por Fuller como confluyente ao seu próprio (CHU, 2010), também o fazia. Contudo, esse tipo de ação chegou a outro grau com Fuller: viajava dois terços do ano, ia a programas de televisão e debates, fazia parcerias com universidades e institutos (TURNER, 2010). Um dos ídolos de Fuller era Ford, outro “tipo Leonardo” (FULLER, 1973; SNYDER, 2010), de quem era amigo (FOSTER, 2010): segundo Fuller, o empresário seria “um dos maiores artistas do século XX” e “sua logística era como a condução de uma grande orquestra” (SNYDER, 2010, p.39, tradução minha)<sup>11</sup>.

Mais do que um empreendedor, o arquiteto seria um inovador, cujo sucesso seria registrado nas patentes. Assim, não se tratava apenas de inovação, mas também de demar-

car a sua propriedade intelectual: no lugar de manifestos, regulações de propriedade. Nas oficinas e colaborações a que Fuller associava-se, qualquer descoberta seria propriedade sua (TURNER, 2010), como visto a respeito do *tensegride*: realizava-se, assim, um *modus operandi* de trabalho muito contemporâneo.

Em meio a esses procedimentos de arquitetura como montagem de elementos construtivos e do arquiteto como empreendedor, Fuller também se aproximou de figuras da indústria norte-americana, em especial o modelo fordista elaborado em sua casa Wichita, projeto decorrente da casa Dymaxion® e cujo sucesso poderia tê-lo transformado no “Henry Ford da habitação” (FERNÁNDEZ-GALIANO, 2010, p.12). Seu projeto possui algumas diferenças em relação a seu modelo original, que não exploraremos aqui por não serem decisivas para nossa análise. A proposta foi desenvolvida como abrigo de soldados na Segunda Guerra Mundial e, com o fim do combate, Fuller pretendia transformá-la em um produto industrial a ser vendido para as famílias que se formavam em tempos de paz — um plano nunca posto em prática. A aproximação a Ford se daria pela transformação da habitação em mercadoria adequada ao seu tempo e pelo fim de sua construção individual e isolada em prol da produção massiva permitida tanto pela indústria quanto pelo financiamento imobiliário, ao modo dos automóveis Ford (ZUNG, 2010).

### A OBRA DE FULLER EM SUA RELAÇÃO COM O FERRAMENTAL HEGEMÔNICO

O fracasso dos projetos de Fuller, sejam as casas ou os carros Dymaxion®, a casa Wichita ou as torres 4D, levou a seu distanciamento da esfera da produção e aproximação a questões mais relacionadas a lógicas construtivas, pelas quais ele efetivamente tornou-se conhecido. Assim, por um lado, para Montaner o peso da obra de Fuller é mais significativo em sua época do que na produção posterior (MONTANER, 2001), por outro lado histórias da arquitetura mais recentes ressaltam que sua leveza construtiva tem sido recuperada com o avanço da informática na construção (COHEN, 2013). É a esse Fuller, que propunha novas formas arquitetônicas, de raciocínio complexo mas aplicação simples, que o movimento hippie aproximou-se.

Fuller demonstrava uma forma de levar a vida fora da academia e da indústria sem se tornar de modo algum um burocrata. Além disso, sua retórica e suas teorias da tecnologia pareciam integrar os aspectos mais microscópicos da vida cotidiana e as mais macrocósmicas forças que definem a sobrevivência humana (TURNER, 2010, p.107, tradução minha)<sup>12</sup>.

Assim, segundo Turner, hippies e estudantes teriam se aproximado do pensamento de Fuller, pois sua criatividade e saber técnico permitiriam uma autonomia de ação, que seria independente das esferas tradicionais da economia e da política, do mercado e do Estado. O exemplo máximo dessa associação é a *Drop City*, uma comunidade

formada por geodésicas revestidas por placas de aço reaproveitadas de carros abandonados, localizada no deserto do Colorado. A técnica das geodésicas afastava-se daquela estritamente industrial, à qual os jovens se opunham, preferindo a “ferramenta convivencial” do anarquista e pioneiro do pensamento ecológico Ivan Illich — referência que é feita tanto por Gordon (2008), ao caracterizar o “primitivismo voluntário” de certos grupos da época, quanto, mais surpreendentemente, por Charles Jencks, ao elencar os pensadores responsáveis pela virada pós-moderna<sup>13</sup>. — Os autores citados por Jencks (1978) indicam referências ao pensamento ecológico na origem da pós-modernidade que parecem ter passado despercebidas. São três os citados, todos célebres: Ivan Illich, que será melhor analisado a seguir; Jacques Ellul, um crítico da tecnologia racional com respeito a fins — aquela que desconsidera o processo de dominação social e natural para que seus objetivos sejam atingidos; e E.F. Schumacher, que defende as limitações voluntárias de crescimento e consumo como modo de reorganização social. Note-se ainda que Illich e Schumacher são repetidamente citados pelos modernizadores ecológicos, vistos no início deste artigo, como exemplos de ecologistas “desmodernizadores” (SPAARGAREN, 2000).

O trabalho mais conhecido de Illich, que pode ser associado à práxis desses grupos, é o livro “A convivencialidade” (1976). O autor propõe a superação do modo de produção industrial, em que o homem se submeteria à ferramenta, e não o contrário, como seria de se esperar em um modo de produção livre. Assim, as ferramentas atuais resultariam na degradação do homem, dos laços sociais e do ambiente, ao transgredirem limites e escalas de percepção *ad hoc*. Em oposição a esse modelo, Illich propõe a ferramenta convivencial, em que não seria o retorno material que regeria a produção, e sim a ética e a participação política coletiva; a ferramenta serviria ao corpo social, e não a um conjunto de especialistas. Seriam três as suas características: primeira, “é criadora de eficiência sem degradar a autonomia pessoal”; segunda, “não provoca nem escravos nem senhores”; terceira, “amplia o raio de ação pessoal” (ILLICH, 1976, p.24). A ferramenta convivencial seria a única saída para a crise ecológica, através do trabalho conjunto. Para Illich, contudo, não é apenas o modo de produção que deve ser criticado, mas também as forças produtivas: o socialismo nunca será possível enquanto a ferramenta industrial não for substituída.

Outro erro consiste em crer que a frustração atual se deve principalmente à propriedade privada dos meios de produção e que a apropriação pública desses meios, através de um organismo central de planificação, protegerá os interesses da maioria e conduzirá a uma partilha equitativa da abundância. Esse remédio proposto não mudará a estrutura anti-humana da ferramenta. *Enquanto se ataca o trust Ford pela única razão de enriquecer o sr. Ford, manter-se-á a ilusão que as fábricas Ford poderiam enriquecer a coletividade* (ILLICH, 1976, p.44, grifo meu).

A crítica à ferramenta industrial é aqui dupla: por um lado, as forças produtivas presentes na Ford não poderiam levar a um trabalho de colaboração mútua, próprio da sociedade convivencial; por outro lado, o próprio produto realizado, o carro, trespassaria o referido limite *ad hoc*, representando também ele uma patologia social. Assim, a proposta de Illich parece estar em franca oposição a Fuller — como esperamos que as diferentes posições em relação à técnica industrial, destacadas pela menção a Ford, tenham esclarecido. Além disso, a defesa do individualismo e da solução tecnológica, presente em Fuller, indica o fim da esfera da política, tal como explicitado anteriormente (SCOTT, 2007; TURNER, 2010; ALL WATCHED OVER..., 2011).

Dissemos: a geodésica não é uma técnica industrial. Na verdade, nos termos de Fuller, ela seria algo como uma “indústria transcendental”, uma defesa de política econômica liberal já em 1947 (FULLER, 1973). Apoiado na livre iniciativa, o empreendedor, autodisciplinado nos negócios, supriria as necessidades humanas pela inovação tecnológica. Para Fuller, o curso da história demonstraria por si só os benefícios de sua posição, em que a competição de mercado acabaria com a escassez e responderia de antemão às necessidades futuras. A tecnologia eficiente seria o motor de um dinamismo conciliador do desenvolvimento social, econômico e ambiental com o avanço incessante das forças produtivas, em que Fuller opõe-se à estaticidade tanto do socialismo quanto do próprio capitalismo (FULLER, 1973). Dar-se-ia um modo radical de capitalismo libertário, que incidiria em diversas esferas da organização social. Entre outros fatores, a mudança do sistema de contabilidade, inserindo em suas variáveis o que antes eram externalidades, como as gerações futuras e a valorização do trabalho; também o fim da propriedade particular e das soberanias nacionais, e a constituição de um cidadão global, livre de fronteiras para sua circulação; e, por último, a surpreendente proposta de uma democracia mundial mantida sem política, a qual seria eliminada por meio de um referendo eletrônico alimentado por impulsos vindos do subconsciente dos cidadãos (FULLER, 1973): como alternativa à “antipatia” dirigida aos referendos políticos. Esse seria um referendo dos consumidores industriais, diretamente ligado ao que Fuller via como problemas simplesmente técnicos de distribuição de recursos (FULLER, 1973).

Entretanto, há duas contradições no dinamismo técnico-liberal de Fuller. Na primeira, deve-se ter em conta que o “tipo Leonardo” é fundamentalmente um profissional com acesso ao poder. Dos pescadores japoneses aos cientistas do início do século XX, os “tipos Leonardo” que Fuller elenca estão sempre acompanhados de um forte mecenato que financia seu trabalho: suas inovações não seriam possíveis sem hegemonia política, por maiores que sejam os esforços de Fuller em movimentar-se em um campo apolítico. Quanto à segunda, a oposição de Fuller à guerra não impediu que concebesse projetos diretamente para esse fim: a Casa Wichita, como apresentado, foi a princípio realizada como abrigo de soldados na Segunda Guerra Mundial, e seu emprego como habitação popular nunca vingou; quanto às geodésicas, serviram não só para a construção de comunidades alternativas, mas também como envoltória protetora de radares, ainda hoje em funcionamento (SCOTT, 2007; CHU, 2010).

## O IMPACTO DA OBRA DE FULLER NA ARQUITETURA SUSTENTÁVEL DOS ANOS 2000

Fuller é visto, por nós, como um nó. Une ideias modernistas e sua crítica, técnica industrial e ferramenta convivencial, *businessman* e movimento *hippie* — ou seja, une os polos da sustentabilidade tal como descritos por Fernández-Galiano. Mas é elo também com o nosso próprio tempo, na medida em que influenciou arquitetos posteriores, com associação direta em Norman Foster. Os dois se conheceram por ocasião do projeto para um teatro no *Saint Peter's College*, em 1971, em Oxford, para o qual Fuller precisava de um colaborador em território britânico. Apesar de o projeto não ter sido construído, seguiram-se outras parcerias: entre elas, o *Climatoffice*, de 1971, projeto conceitual para um edifício de escritórios; e as casas gêmeas projetadas para a família de cada arquiteto, uma na Inglaterra e outra nos Estados Unidos, compostas de duas geodésicas concêntricas, não concluídas devido ao falecimento de Fuller ainda na etapa de concepção. Fernández-Galiano (2010) vê continuidade das ideias de Fuller em Foster, em projetos tão importantes para a trajetória do inglês como a sede da Willis Faber & Dumas, de 1971-1975, em sua paisagem “ecológica e igualitária” que remeteria ao *Climatoffice*, ou o *diagrid* — o termo é do crítico Hal Foster (2015), combinando as palavras inglesas *diagonal* e *grid* — da fachada da *Swiss Re* de 1999, ligada às grelhas modulares e coplanares ao envelope.

Em seu elogio à técnica, Foster acompanha Fuller em uma arquitetura *high tech*. Os projetos da empresa Foster+Partners<sup>14</sup> buscam inovações tecnológicas que, destituídas do apelo de distribuição de recursos do norte-americano, concentram-se no ineditismo e na produção de objetos de exclusividade (ARANTES, 2012). Não mais um arquiteto experimental em turnê pelos meios acadêmico e corporativo, mas, como aponta o crítico Hal Foster, uma empresa de “estilo global” pautada por noções de funcionalidade, racionalidade, eficiência, flexibilidade e transparência (FOSTER, 2015): valores arquitetônicos já presentes na modernidade do início do século XX, que são desenvolvidos por Fuller, ao seu modo, e que reaparecem aqui em uma nova aproximação entre arquitetura e clientela. A natureza já humanizada de Fuller atinge na Foster dimensões “prometeicas”: o natural desaparece, seja pela magnitude arrasadora das intervenções, seja pelo projeto aculturado em “materiais sintéticos e protocolos de energia” (FOSTER, 2015, p.67).

Já em Fuller, o artificial tem protagonismo na solução de problemas ambientais, mas sua técnica tem alcance limitado, o que apresenta consequências em seus modelos de escala urbana, sempre caracterizados pela dificuldade de relação com o existente. Veja-se a pirâmide de 1965 que projeta em São Francisco, um objeto monolítico, colocado externamente à cidade, em meio à baía, que proviria a cidade com cinco mil habitações; ou as grandes torres ocas do Harlem de 1965, qual enormes chaminés de usinas nucleares, com 110 mil famílias cada, estruturas ensimesmadas que poderiam ser pensadas em qualquer parte do globo; por fim, e do modo mais radical visto em Fuller, “As cidades-bolhas”, de 1960 que flutuam pelos céus a despeito do que se passa no rés do chão. Assim, o arquiteto-ecólogo, pensador de sistemas mundiais de organização social, projeta negando

seu discurso democrático e expansivo: o melhor exemplo disso é a cúpula que concebe para *New York* em 1960, um invólucro de proteção à poluição, que desampara aqueles que não foram privilegiados pela solução. — Cabe perguntar, ainda, o que salvaria *New York* da sua própria poluição, aprisionada sob a cúpula.

Se a cúpula anticatástrofes de Fuller abrigava o homem dos riscos por ele mesmo causados, a Foster avança fronteiras com um abrigo lunar (2008-2013): uma cúpula inflável, de material próximo a uma espuma, protegida por uma casca rígida feita de solo lunar, construída com auxílio robótico de uma impressora 3D — algo como o já citado domus da *Dow Chemical*, meio século depois. É claro que o otimismo tecnológico e o uso dessas instalações com o propósito de pesquisas pela European Space Agency (2013), não encobre o desejo de conquista de novos territórios pela arquitetura da Foster. Como evidência, temos a capa da última *AV Monografias* (2013) dedicada ao arquiteto, sinalizando a colonização do espaço, com a Terra em segundo plano. Por um lado, ausência de obstáculos para o desenvolvimento técnico; por outro, resta saber se, tal como a cobertura manhattaniana de Fuller, não está presente a fuga de um ambiente inabitável na dificuldade (técnica ou política?) de “consertar” a “Espaçonave Terra” (FERNÁNDEZ-GALIANO, 2013).

Insistamos nesse ponto. A interpretação pode ser esclarecida comparando-se três imagens: as capas dos *Whole Earth Catalogs* (FERNÁNDEZ-GALIANO, 2010), uma montagem de Fuller sugerindo toda a Terra sob proteção de uma geodésica (TURNER, 2010) e a já referida capa da *AV Monografias*. Nas diversas edições da primeira, sempre é a Terra isolada que ocupa o centro do enquadramento: trata-se de recuperá-la e por ela zelar. Na segunda, a generalização da solução de Fuller para *New York* é estendida territorialmente, de modo que toda a superfície do globo se encontra, paradoxalmente, sob o abrigo de uma geodésica, um refúgio humano dos danos antrópicos — embora a eficácia da solução já se mostre sob xeque, com a possibilidade de fuga sugerida pela Lua em segundo plano. Na terceira, enfim, o mal-estar desaparece: a debandada é certa, e a reparação do ambiente terrestre, preterida.

Quanto ao modo de trabalho, tal como Fuller, a Foster também não quer ser vista como corporativa ou tecnocrática: nem decisões centralizadas, nem arquitetura estritamente protocolar, feita exclusivamente por parâmetros técnicos. Para isso, a solução é a mesma do norte-americano: persiste o arquiteto “*showman*”, que atua como porta-voz da empresa em apresentações e representações do projeto — em que se acrescenta, no caso de Norman Foster, como defendido pelo crítico Hal Foster, a provável execução *a posteriori* dos croquis de cada projeto, no sentido de reafirmar noções de autoria há muito inoperantes no escritório e deslegitimadas na arte, mas ainda reivindicadas pelo arquiteto (FOSTER, 2015).

Dentre os principais programas trabalhados pela Foster+Partners, está o da torre de escritórios, continuamente “reinventada” pelo arquiteto (FOSTER, 2015) em soluções de átrios vegetados, circulação periférica e clareza na disposição da planta. De modo geral,

pode-se dizer que a torre passa a ser justificada dentro do discurso da sustentabilidade pela sua eficiência (termo que continua a se repetir) no uso do solo urbano — o qual, em certa medida, já em Fuller era tratado como se fosse um recurso natural a ser preservado e distribuído. Por essa lógica, a redução da projeção do edifício no térreo abriria espaço para áreas verdes e livres, a qual permitiria a infiltração da água da chuva e o lazer público, o que em muito ressoa a cidade-parque proposta pelos arquitetos do início do século XX.

Entretanto, o desenho da torre também é realizado por via de um discurso muito mais pragmático, cuja desembaraçada prontidão é a todo tempo apontada pelo crítico Hal Foster. Assim, surgem discursos em que o arranha-céu seria um fato incontornável, como aponta Norman Foster em entrevista: “Os arranha-céus são uma realidade tanto quanto a própria urbanização. Eles não irão embora” (GONÇALVES, 2003, p.59, tradução minha)<sup>15</sup>. Ademais, segundo o arquiteto inglês, ainda poderia funcionar como vetor para a renovação de áreas degradadas — solução que descarta o corolário contrário, mas também existente na produção da cidade, de gentrificação dessas áreas.

Passamos, assim, das primeiras tentativas de uma efemerização do arranha-céu, com as torres 4D de Fuller, à sua existência “inescapável” com Foster. Lidando deste modo com as formas da cidade, parecem se esvaecer as utopias da sustentabilidade da década de 1960 — o que, já se esperava, condiz com o crescimento de uma sustentabilidade corporativa, ainda que a Foster o negue, como visto. Além disso, o próprio desenrolar da categoria de “sustentabilidade” se distancia dos modelos de transformação anteriores. Ela adquire, sobretudo a partir do relatório Brundtland, um discurso de redução da esfera do político: transformação aliada à manutenção do *status quo* no momento em que se conciliam sustentabilidade ambiental e econômica. O político perde espaço para a eficiência e inovação técnicas — o que em tudo permanece atual, com exemplo nas manifestações políticas mais recentes de ocupação das ruas: “*Buckyfy Wall Street!*” (FREUND, 2011), diz a palavra de ordem, substituindo política por técnica.

## CONCLUSÃO

Pretendemos ter elaborado uma parte de uma história da teoria da arquitetura sustentável. Ao eleger Buckminster Fuller como nosso objeto principal, esperamos ter esclarecido sua importância em diferentes vertentes dessa arquitetura: seja na negação da técnica industrial, prevalente nas experiências da década de 1960, seja na sua exacerbação contemporânea como principal caminho para a solução dos impasses ecológicos. Assim, Fuller nem estaria dentro de um primeiro grupo de arquitetos *low tech*, de obras de impacto local e que recusavam a técnica industrial, nem estaria inteiramente dentro de um grupo *high tech*, ao ser o inventor de sistemas construtivos que rompiam com modelos tradicionais de projeto e canteiro. A depender do período histórico, portanto, a obra de Fuller foi incorporada por motivos muito diferentes, se não opostos. A obra de Fuller transparece não só os limites de abordagens *high tech* — a qual, como visto a respeito de suas concep-

ções urbanas, conduziu suas obras a uma grande escala, mas fechadas em si mesmas, com um ímpeto de “criar seu próprio clima” face à catástrofe ambiental (MONTANER, 2001, p.118) —, mas também quanto àquelas *low tech* — de grande potencial de participação e abertura de projeto, embora com tendência a menor escala de intervenção.

Desse modo, assim como Fuller pode ser visto como um dos primeiros a indicar o papel na arquitetura no respeito aos limites materiais e energéticos do meio ambiente, assim também é ele um dos primeiros a decididamente distanciar ecologia e política, colocando a primeira como um problema de solução puramente técnica — um movimento do pensamento ecológico realizado não apenas na arquitetura, mas também no discurso institucional oficial e nos debates da sociologia ambiental. Quanto a isso, destaquemos que a análise da obra de Fuller nos permite uma história alternativa do ambientalismo, pois o arquiteto já abordava modos de realizá-lo em momento muito anterior a sua cristalização institucional e na sociologia ambiental. Mais do que reflexo das pautas sociais, a história da arquitetura pode ser vista como um modo particular de produção dessas agendas. Assim, já em Fuller há uma tensão da agenda ecológica, em que se opõem, por um lado, a interpretação de que a crise ambiental é problema exclusivamente de contenção de desperdício, de modo que a arquitetura se limitaria a produzir sistemas construtivos mais eficientes; e, por outro lado, o potencial de novas relações sociais por meio desses sistemas, além do modo de produção industrial, abrindo direções com que o próprio Fuller discordaria.

### AGRADECIMENTOS

Artigo da pesquisa de doutorado em andamento, intitulada “Certificação verde e produção da cidade: LEED® e arquitetura contemporânea em São Paulo” e realizada na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. O trabalho possui financiamento pela Capes e pela Fapesp (Processo 2016/21407-0).

### NOTAS

1. “[...] [more and more students around the world are learning of the new and surprising alternative to politics — the design-science revolution that alone can solve the problem]” (FULLER, 1970, p.101).
2. Não foi encontrada nenhuma utilização relevante da sustentabilidade como paradigma de interpretação nos manuais de história da arquitetura consultados: Ragon (1991), Frampton (1997), Montaner (2001), Curtis (2008) e Cohen (2013).
3. “*pacto fáustico com el despilfarro y el exceso*” (FERNÁNDEZ-GALIANO, 2005, p.25).
4. “*the way of the insect*” (KALLIPOLITI & SHAO, 2009, *online*).
5. “[...] *I seek through comprehensive anticipatory design science and its reductions to physical practices to reform the environment instead of trying to reform humans [...]*” (FULLER, 1973, p.1).
6. No original: “*It becomes evident, then, that youth’s world-around clamor for peace can only be realized through technological revolution, which will do so much more with so much less per each*

*function as ultimately to produce enough to support all humanity. It is also clear that such task can only be accomplished by this technological design revolution. [...] If the desire for the elimination of war is what they are most moved by, they will have to shift their effort from the mere political agitation to participation in the design science revolution” (FULLER, 1970, p.109).*

7. O artigo refere-se continuamente a imagens muito específicas como meio de desenvolver e corroborar suas hipóteses. Devido a limitações impostas por direitos de reprodução, indicaremos sempre sua referência bibliográfica, buscando nos restringir ao que foi publicado na monografia de Fuller na AV Monografias — título que consideramos de alta circulação e fácil acesso pelo leitor.
8. Dymaxion® é um termo de propriedade do *Estate of R. Buckminster Fuller* (FOSTER & FERNÁNDEZ-GALIANO, 2010).
9. *“The International Style brought to America by the Bauhaus innovators used standard plumbing fixtures and only ventured so far as to persuade manufacturers to modify the surface of the valve handles and spigots, and the colour, size and arrangements of the tiles. The International Bauhaus never went back of the wall surface to look at the plumbing; they never enquired into the overall problem of sanitary fittings themselves. In short they only looked at problems of modifications of the surface of end products, end products which were inherently sub-functions of a technically obsolete world” (SUDJIC, 2010, p.97).*
10. *“scientific, artistic, philosophical, idealistic, sensorially conceptive, physically talented, logical, farsighted, imaginative, and practical articulations” (FULLER, 1973, p.30).*
11. *“the greatest artists of the 20th century” e “his logistics were like conducting a great orchestra” (SNYDER, 2010, p.39).*
12. *“Fuller exemplified a way of making a living alongside the academy and industry without becoming in any way a bureaucrat. Moreover, his rhetoric and his theories of technology seemed to integrate the most microcosmic aspects of daily life and the most macrocosmic forces shaping human survival” (TURNER, 2010, p.107).*
13. Outro a escrever sobre Ecologia ainda durante o Pós-Modernismo é Paolo Portoghesi, para quem haveria limites na relação moderna com a natureza em três frentes: tipologias que exigem alto consumo energético, privilégio dado ao valor do material em detrimento do trabalho de transformação sobre ele e urbanismo analítico em oposição à intervenção concreta (PORTOGHESI, 1985).
14. Em relação à autoria dos projetos, devido à escala do escritório dirigido por Norman Foster, adotaremos a decisão de Célia Euvaldo, que, na tradução do ensaio “Palácios de Cristal”, de Hal Foster, empregou artigos que remetem à firma, no feminino, e não ao arquiteto, no masculino (FOSTER, 2015).
15. *“Skyscrapers are as much a reality as urbanisation itself. They are not going to go away” (GONÇALVES, 2003, p.59).*

## REFERÊNCIAS

- ALL WATCHED OVER BY MACHINES OF LOVING GRACE. Directed and writing by Adam Curtis. Produced by Lucy Kelsall. United Kingdom: BBC Productions, 2011. Episode n.2, 59min21s.
- ARANTES, P.F. *Arquitetura na era digital-financeira: desenho, canteiro e renda da forma*. São Paulo: Editora 34, 2012.
- AV MONOGRAFÍAS. Madrid: *Arquitectura Viva*, n.163-164, 2013. (Norman Foster: In the 21<sup>st</sup> Century).
- BANHAM, R. *Theory and design in the first machine age*. 2nd ed. New York: Praeger Publishers, 1967.

- BROWN, M.F. A tale of three buildings: Certifying virtue in the new moral economy. *American Ethnologist*, v.37, n.4, p.741-752, 2010. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1548-1425.2010.01282e>
- COHEN, J.L. *O futuro da arquitetura desde 1889: uma história mundial*. São Paulo: CosacNaify, 2013.
- CHU, H.A. A biographical sketch. *AV Monografias*, n.143, p.26-35, 2010. (Buckminster Fuller 1895-1983).
- CURTIS, W.J. R. *Arquitetura moderna desde 1900*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- EDWARDS, B.; DU PLESSIS, C. Snakes in utopia: A brief history of sustainability. *Architectural Design*, v.71, n.4, p.9-19, 2001.
- EUROPEAN SPACE AGENCY. *Building a lunar base with 3D printing*. 2013. Available from: <[http://www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Engineering\\_Technology/Building\\_a\\_lunar\\_base\\_with\\_3D\\_printing](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Engineering_Technology/Building_a_lunar_base_with_3D_printing)>. Cited: Mar. 21, 2017.
- FERNÁNDEZ-GALIANO, L. ¡La economía, ecologistas! La construcción sostenible ante la crisis del petróleo. *Arquitectura Viva*, n.105, p.23-25, 2005. (Etiquetas verdes).
- FERNÁNDEZ-GALIANO, L. Fuller abreviado. *AV Monografias*, n.143, p.4-23, 2010. (Buckminster Fuller 1895-1983).
- FOSTER, H. *O complexo arte-arquitetura*. São Paulo: CosacNaify, 2015.
- FOSTER, N. The Dymaxion Car: Its context. *AV Monografias*, n.143, p.62-85, 2010.
- FOSTER, N.; FERNÁNDEZ-GALIANO, L. (Ed.). Nota dos editores. *AV Monografias*, n.143, p.116, 2010. (Buckminster Fuller 1895-1983).
- FRAMPTON, K. *História crítica da arquitetura moderna*. São Paulo: Martins Fontes, 1997.
- FREUND, P. *Buckyfy Wall Street!* [S.l.]: Buckminster Fuller Institute, 2011. Available from: <<https://bfi.org/dymaxion-forum/2011/11/buckyfy-wall-street>>. Cited: Mar. 21, 2017.
- FULLER, R.B. *Operating manual for spaceship Earth*. [S.l.]: Lars Müller Publishers, 1969.
- FULLER, R.B. Education for comprehensivity. In: FULLER, R.B. *Approaching the benign environment*. New York: University of Alabama Press, 1970. p.15-110.
- FULLER, R.B. *Earth, Inc.* New York: Anchor Books, 1973.
- GONÇALVES, J.C. *A sustentabilidade do edifício alto: uma nova geração de edifício altos e sua inserção urbana*. 2003. 488 f. Tese (Doutorado em Estruturas Ambientais Urbanas) — Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- GORDON, A. True green: Lessons from 1960s'-70s: Counterculture architecture. *Architectural Record*, v.196, n.4, p.78-84, 2008.
- ILLICH, I. *A convivencialidade*. Lisboa: Publicações Europa-América, 1976.
- JENCKS, C. *The language of post-modern architecture*. 2nd ed. London: Academy Editions, 1978.
- KALLIPOLITI, L.; SHAO, A. *Eco Redux: Design remedies for a dying planet: An archival and design resource for ecological material experiment*. 2009. Available from: <[http://www.ecoredux.com/archive\\_project95\\_01.html](http://www.ecoredux.com/archive_project95_01.html)>. Cited: July 21, 2015.
- MOL, A.P.J.; SONNENFELD, D.A. Ecological modernisation around the world: An introduction. *Environmental Politics*, v.9, n.1, p.1-14, 2000. <http://dx.doi.org/10.1080/09644010008414510>
- MONTANER, J.M. *Depois do movimento moderno: arquitetura da segunda metade do século XX*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2001.
- PORTOGHESI, P. Arquitetura e crise da energia. In: PORTOGHESI, P. *Depois da arquitetura moderna*. São Paulo: Martins Fontes, 1985. p.25-34.
- RAGON, M. *Histoire de l'architecture et de l'urbanisme modernes*. Paris: Casterman, [1991]. 3v.

SCOTT, F. D. *Architecture and techno-utopia: Politics after modernism*. Cambridge: The MIT Press, 2007.

SNYDER, A.F. Growing up with Bucky. *AV Monografias*, n.143, p.36-43, 2010. (Buckminster Fuller 1895-1983).

SPAARGAREN, G. Ecological modernization theory and the changing discourse on environment and modernity. In: SPAARGAREN, G. *et al.* (Ed.). *Environment and global modernity*. London: Sage Publications, 2000. p.41-71.

SUDJIC, D. How much does your building weight? *AV Monografias*, n.143, p.96-101, 2010. (Buckminster Fuller 1895-1983).

TABB, P.J.; DEVIREN, A.S. *The greening of architecture: A critical history and survey of contemporary sustainable architecture and urban design*. Surrey: Ashgate Publishing, 2013.

TURNER, F. A technocrat for the counterculture. *AV Monografias*, n.143, p.102-115, 2010. (Buckminster Fuller 1895-1983).

WINES, J. *Green architecture*. Köln: Taschen, 2000.

ZUNG, T. Houses for the future. *AV Monografias*, n.143, p.46-51, 2010. (Buckminster Fuller 1895-1983).

**RAPHAEL GRAZZIANO** | ORCID iD: 0000-0001-8967-5431 | Universidade de São Paulo | Faculdade de Arquitetura e Urbanismo | Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo | R. do Lago, 876, Butantã, 04280-000, São Paulo, SP, Brasil | *E-mail*: <raphael.grazziano@gmail.com>.

#### **Como citar este artigo/How to cite this article**

GRAZZIANO, R. A perspectiva tecnológica da sustentabilidade ambiental: Buckminster Fuller e a arquitetura dos anos 2000. *Oculum Ensaios*, v. 15, n. 1, p.111-128, 2018. <https://doi.org/10.24220/2318-0919v15n1a3374>

Recebido em  
29/1/2016,  
reapresentado  
em 12/7/2017  
e aprovado em  
21/8/2017.