

A RESILIÊNCIA NA ARQUITETURA BIOMIMÉTICA DE MARKO BRAJOVIC: COMO UM PROJETO BIO-INSPIRADO PODE ABSORVER IMPACTOS AMBIENTAIS E SOCIAIS

Barbara Feres Marques Bragança de Oliveira (IC) e Ricardo Carvalho Lima Ramos (Orientador)

Apoio: PIVIC Mackenzie

RESUMO:

Essa pesquisa tem como objetivo específico analisar o projeto Arca House de Marko Brajovic no Brasil e investigar como o emprego de princípios biomiméticos pode tornar a arquitetura resiliente, a partir do estudo da sua organização natural, estrutural e estratégica; investigando as soluções projetuais estéticas e funcionais que resistam a impactos provocados por desastres. Espera-se que a pesquisa aqui apresentada e suas considerações sirvam como um modo de destacar a importância de construir cidades mais saudáveis e sustentáveis, repletas de construções com infraestrutura capaz de absorver quaisquer impactos naturais ou sociais.

Palavras-chave: resiliência, biomimética, Marko Brajovic.

ABSTRACT:

This research aims to analyze the Arca House project of Marko Brajovic in Brazil and to investigate how the use of biomimetic principles can make the architecture resilient, based on the study of its natural, structural and strategic organization; looking into the aesthetic and functional design solutions that resist impacts caused by disasters. It is expected that the research presented here and its considerations will serve as a way of highlighting the importance of building healthier and more sustainable cities, with infrastructure constructions capable of absorbing any natural or social impacts.

Keywords: resilience, biomimetics, Marko Brajovic.

1. INTRODUÇÃO

Na primeira década do século XXI, 6.6 bilhões de pessoas já estavam vivendo na Terra, sendo a metade habitantes de populosos centros urbanos, nos quais a paisagem natural foi largamente modificada para adaptar-se às necessidades dos seres-humanos. Assim sendo, as características ambientais que antigamente seriam encontradas na natureza tiveram que ser introduzidas para um ambiente artificial, cultural ou social, de modo a manter uma boa qualidade de vida e biodiversidade. Todavia, com o crescente aumento da população mundial, que atualmente já conta com 7,6 bilhões de habitantes e deve subir para 8,6 bilhões em 2030, segundo relatório de 2017 da Organização das Nações Unidas (ONU), o rápido desenvolvimento da tecnologia e economia resulta em um enorme impacto no meio ambiente como um todo (GRUBER, 2011).

Problemas gerados pela ação do homem, tais como desmatamento, poluição, exploração de recursos naturais, produção de lixo, destruição da biodiversidade, extensivo uso de energia e emissão de poluentes/resíduos/toxinas no solo, água e ar obtém certos retornos da natureza na forma de desmoronamentos, inundações, esgotamento de água e outros recursos naturais essenciais e, conseqüentemente, deterioração da qualidade de vida. Com isso, o projeto de arquitetura deve se requalificar no sentido de absorver e suportar os impactos naturais e sociais iminentes, respondendo a curto e longo prazo (GRUBER, 2011).

O conceito de resiliência é normalmente ligado às avaliações biológicas e foi introduzido nos sistemas ambientais pelo ecologista canadense C. S. Holling, autor do artigo “*Resilience and stability of ecological systems*” (Annual Review of Ecology and Systematics, Vol. 4, 1973). Na obra, Holling descreve a resiliência como “[...] medida da persistência e capacidade dos sistemas para absorver mudanças e perturbações mantendo a população e a estrutura de relações (ou entre variáveis de estado) [...]” (HOLLING, 1973, p. 14).

Resiliência é um conceito emergente na arquitetura, que vem ganhando importância nos últimos anos devido aos crescentes problemas urbanos resultantes da globalização e sistema capitalista, que aumentam, constantemente, a vulnerabilidade das grandes cidades e, assim, acabam por torná-las territórios de risco para a população (MARIUZZO, 2017).

O capitalismo do século XIX conseguiu moldar o espaço de acordo com suas próprias premissas, planejando-o. Isto significa que, a partir do século XIX em diante, o espaço planejado tem servido a economia capitalista para controlar (por restrição) modos alternativos de produção e para sobreviver a crises por ser resiliente, reproduzindo seu próprio modo social de produção. Isto levou a uma espécie de entusiasmo cego por crescimento, já que produção capitalista significa crescimento econômico. Tal crescimento capitalista, no

entanto, é um mal-estar insustentável que deve ser pelo menos discutido (BALTAZAR, 2010, p. 5).

Como consequência da Revolução Industrial do século XIX, a urbanização das cidades crescia e, com ela, as migrações em massa para os centros urbanos, conhecidos como sede do desenvolvimento, com maior investimento em transporte (acessível e interligado), maior fluxo de pessoas e de capital. Contudo, apesar do crescimento desses centros, cada vez mais verticalizados, o número de habitantes aumentava de forma incompatível com o desenvolvimento das estruturas urbanas e suas construções, despreparadas para absorver quaisquer impactos ambientais ou sociais.

"As cidades são onde os fenômenos naturais se transformam em catástrofes", afirma o arquiteto e urbanista chileno Sergio Baeriswyl Rada¹, professor da Faculdade de Arquitetura, Construção e Desenho da Universidade de Bío-Bío, no Chile. Segundo ele, "cada vez que acontece uma catástrofe, o país se mobiliza, as autoridades comprometem recursos públicos e capital humano para empreender complexos processos de reconstrução, mas só uma pequena parte dessas iniciativas vai além de criar uma capacidade de reação" (MARIUZZO, 2017).

De acordo com Rada¹, deveria haver mais investimentos em planos na tentativa de evitar e/ou reduzir os possíveis impactos naturais ou sociais na arquitetura das cidades. Para isso, é lançado um dos maiores desafios da sociedade contemporânea: projetar novos modelos de ocupação e edificações que tornem as cidades mais resilientes. "Um dos fatores-chave em um processo de reconstrução é que as soluções estruturais e de habitação permitam restabelecer o capital social das comunidades, ou seja, suas redes de apoio, suas redes sociais e de trabalho", aponta o arquiteto chileno. Desse modo, Rada destaca a importância de as famílias e comunidades não precisarem se mudar das áreas que habitam há gerações, mantendo a estrutura social prévia aos desastres. "O grande desafio é desenvolver propostas arquitetônicas capazes de reconstruir o tecido social" (MARIUZZO, 2017).

Para a arquitetura ser considerada resiliente, ela precisa ser capaz de adaptar-se a mudanças, absorver impactos e retornar a seu estado material de origem. Contudo, para ser capaz de resistir a desastres naturais, é necessário entender como a natureza e seu ecossistema funcionam. Desse modo, a investigação da biologia e dos processos naturais

¹ Dados obtidos por meio do artigo "Resiliência e capital social nas cidades", que utiliza entrevista do arquiteto chileno Sergio Baeriswyl Rada como embasamento teórico. Autora: Patricia Mariuzzo. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252017000100008>. Acesso em: 10 mar. 2018

cria arquitetos mais conscientes e habilitados a alcançar soluções viáveis para problemas urbanos (GRUBER, 2011).

Até poucos anos atrás, para solucionar certos problemas do cotidiano, projetistas de várias áreas buscavam nas disciplinas da Biônica e no Bidesign (...) “ciência dos sistemas em que o funcionamento copiado dos sistemas naturais ou que apresentem características específicas a estes sistemas, ou ainda que sejam análogos” (ARRUDA, 2002), um apoio e dados no sentido de solucionar tais problemas, aplicando os conhecimentos adquiridos pela observação e estudos das várias formas e sistemas biológicos encontrados na natureza (ARRUDA, 2015, p.2).

Atualmente, a nova disciplina intitulada “biomimética” busca trazer um novo olhar sobre o ecossistema e a natureza, de modo a estabelecer, com o ambiente natural, uma relação mais harmônica e sustentável, por meio de auxílio multidisciplinar e aperfeiçoamento dos métodos e instrumentos utilizados, aprofundando os conhecimentos adquiridos e dando maior enfoque aos problemas gerais do homem (ARRUDA, 2015).

Segundo Janine Benyus, autora do livro “*Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*”:

Essa respeitosa imitação é uma abordagem totalmente nova. Diferentemente da Revolução Industrial, a Revolução Biomimética inaugura uma era cujas bases assentam não naquilo que podemos extrair da natureza, mas no que podemos aprender com ela, tomar emprestado uma ideia para inspirar outras (BENYUS, 1997, p.34).

“A natureza é um designer de 3,8 bilhões de anos, com o qual temos muito que aprender”, diz o arquiteto e designer croata Marko Brajovic², naturalizado brasileiro. Brajovic cursou arquitetura, e é especializado em tecnologia biomimética e interativa, cenografia, design de produtos, instalações multimídia, estruturas arquitetônicas e direção criativa. Durante workshop de cinema em uma comunidade flutuante da Floresta Amazônica a convite do Instituto Europeu de Design (IED), o arquiteto se encantou com o local e seus habitantes, afirmando que “os moradores respeitam o espaço onde vivem e se adaptam bem às mudanças de uma maneira impressionante. Na região, a relação entre a floresta e a cidade é muito grande, não existindo uma separação”² (DUARTE, 2012).

A partir de sua visita à Floresta Amazônica, Brajovic passou a dedicar-se ao estudo das estruturas biológicas da natureza e suas funções, constatando que estudando a natureza, é possível encontrar várias soluções de projeto. Desse modo, o arquiteto e designer esclarece que para desenvolver seus projetos, ele pesquisa e aparelha seu processo criativo em três divisões: Estudo comportamental (como as pessoas agem), Fenomenologia (como a física

² Dados retirados de entrevista transcrita do arquiteto Marko Brajovic. Entrevista: Juliana Duarte. 23 jul. 2012. Disponível em: <<https://www.freundevonfreunden.com/pt/interviews/marko-brajovic/>>. Acesso em: 12 mar. 2018

age), e Biomimética (como a natureza age). Com isso, ele é capaz de compreender como a natureza opera, suas principais estratégias e organizações, e como reproduzir isso tudo em seus projetos, de forma a favorecer a sociedade, por meio de instalações, produtos e até móveis inovadores, criativos e bem resolvidos (SOUZA, 2016).

2. DESENVOLVIMENTO DO ARGUMENTO

2.1. Resiliência

A resiliência, conceito inserido no ramo da ecologia, é normalmente ligado às avaliações de ordem biológica e foi introduzido nos sistemas ambientais pelo ecologista canadense C. S. Holling, por volta de 1970. Nesse âmbito, a resiliência se trata da capacidade que um determinado sistema (ambiente) tem de absorver perturbações e mudanças e se reequilibrar, retornando ao estado original de harmonia (HOLLING, 1973).

Resiliência é um tema contemporâneo. Associado à capacidade de recuperação, interessa a arquitetos e urbanistas dispostos ao aprendizado advindo da experiência e ao desenvolvimento de ações criativas, a partir de um olhar que se abre a uma realidade que se renova quando exposta a situações de crise e/ou mudanças de paradigma (VILLAC et al., 2018, p. 4).

Segundo o Resilient Design Institute (RDI), instituto americano responsável por criar soluções que permitam que as edificações e comunidades sobrevivam e prosperem diante de mudanças climáticas, desastres naturais e outras adversidades, o design resiliente é o caminho para um mundo mais sustentável. Trata-se do projeto intencional de edifícios, paisagens, comunidades e regiões que respondam a acidentes e desastres naturais, e provocados pelo homem, bem como as mudanças de longo prazo resultantes de alterações climáticas. Para isso, esse design tem de levar em consideração alguns princípios e estratégias, considerando desde a escala da comunidade, até escalas maiores, levando em conta a importância de sistemas simples e flexíveis, da adaptação às mudanças climáticas, do uso de materiais e formas de energia mais sustentáveis e duradouros, e também da importância da contribuição da comunidade para atravessar tempos difíceis; as respostas físicas e os aspectos sociais são de igual importância no caminho para alcançar a resiliência nas cidades e escalas de ecossistema.³

A resiliência, apesar de bem difundida no campo da física, se manifestou com firmeza somente na última década no campo da arquitetura e urbanismo, por conta de sua fácil ramificação interdisciplinar, que dissolveu seus limites e foi sendo propagada em diferentes

³ Dados retirados do site oficial do Resilient Design Institute, dirigido por oito diretores de diversas áreas de atuação, unidos pelo desejo de um planejamento ambiental rumo a um mundo mais sustentável. Disponível em: <<https://www.resilientdesign.org/>>. Acesso em: 20 jun. 2019

velocidades nos mais diversos campos do conhecimento. Contudo, após uma série de desastres naturais ocorridos nos últimos anos, a resiliência na arquitetura foi se tornando um tema cada vez mais discutido e estudado, dado sua importância na construção de edificações capazes de resistir e/ou adaptar-se às alterações climáticas e desastres naturais (RODRIGUES, 2014).

Segundo o Anuário Brasileiro de Desastres Naturais de 2012⁴, em sua segunda edição, ocorreram 376 desastres no país no ano, dentre estes, seca e estiagem na região nordeste e movimentos de massa e enxurrada na região sudeste, por conta da ocupação irregular de áreas de risco e da grande impermeabilização do solo. Tais desastres, apesar de recorrentes, apenas nos últimos anos vem despertando o desejo da construção de edifícios e comunidades mais resistentes, que possam, até certo ponto, absorver tais impactos e evitar, assim, senão a morte, o deslocamento de pessoas por conta de desastres naturais, assim como os custos com realocações e reconstruções (RODRIGUES, 2014).

Na arquitetura e urbanismo o desafio será de transcender a modernidade, partir da resistência para resiliência, para tanto é fundamental discorrer sobre pesquisas, práticas, ideias, conversas e experiências no tema desenvolvidas até o presente e, num segundo momento, assimilados, partir para a próxima trajetória crítica e desenvolvimento da ótica nacionais (RODRIGUES, 2014, p. 59).

Jorge Wilhelm, célebre urbanista responsável por dezenas de Planos Diretores (PD) como instrumento de planejamento das cidades brasileiras, se questiona, ao fim de sua vida, sobre a eficácia dos PDs, se perguntando se estes contemplavam “as necessidades de desenvolvimento e qualificação urbana; soluções para as transformações decorrentes da globalização e instantaneidade das comunicações; para a contenção da violência destrutiva que emerge nos tecidos urbanos em constante expansão” (VILLAC et al., 2018, p. 6).

Para acompanhar as instancias de desenvolvimento decorridas da globalização, além da necessidade de as populações estarem preparadas para o enfrentamento dos desastres naturais no país, seria de extrema importância o engajamento entre poder público e sociedade, de modo que as ações inerentes à gestão de risco de desastre fossem efetivamente implementadas, focadas tanto no restabelecimento da normalidade após os eventos, quanto na preparação para os possíveis próximos desastres. Desse modo, o desenvolvimento e fortalecimento das comunidades locais se mostra fundamental para tornar as cidades mais resilientes, já que a participação popular, junto a pesquisas bibliográficas,

⁴ Anuário Brasileiro de Desastres Naturais 2012, Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. Brasília, CENAD, 2012. Disponível em: <http://www.defesacivil.mg.gov.br/images/documentos/AnuariodeDesastresNaturais_2013.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2019

ações governamentais e políticas públicas contribuem para diminuir os efeitos dos desastres, na medida em que as ações conjuntas forem mais eficazes (BIANCHI; ZACARIAS, 2016).

No que se refere a discussões contemporâneas de projeto e desenvolvimento urbano, o conceito de resiliência tem se destacado cada vez mais. John Thackara, importante figura do design tecnológico e sustentável e pai dos congressos Doors of Perception⁵, tem dado grande enfoque para a resiliência nos últimos tempos, anunciando o conceito como a grande questão para o design em seu boletim mensal e blog. Desde 2008, Thackara faz publicações relacionadas ao design para a resiliência, destacando meios de implementar o conceito no desenvolvimento de comunidades locais. Além disso, em dezembro de 2008, em seu projeto de Saint Etienne, City Eco Lab, ele relata que “a descoberta, mapeamento e documentação dos recursos naturais, culturais e humanos de um território são um elemento chave na construção da resiliência”⁶ (BALTAZAR, 2010).

Pode-se concluir, então, que o futuro da arquitetura está cada vez mais inclinado ao estudo e aprimoramento da implementação da resiliência nos projetos de arquitetura e urbanismo resultando em construções e comunidades com maior capacidade de adaptação, e, para isso, faz-se necessário, principalmente, o estudo detalhado dos recursos naturais. Tal estudo, quando aliado aos conhecimentos culturais, humanos e sociais, pode resultar em outro conceito tão contemporâneo quanto o anterior: a biomimética.

2.2. Biomimética

A Revista Forbes citou a biomimética como uma das cinco tendências tecnológicas que podem impulsionar o sucesso de uma empresa. A palavra biomimética, traduzida do inglês “*biomimicry*”, que é a junção do grego “*bios*”, que significa vida, e “*mimesis*”, imitação, pode ser interpretada, literalmente, como “imitação da vida”.⁷ O termo foi cunhado por Janine Benyus, que o introduziu em seu livro “*Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*” (1997), no sentido de que ainda se deve aprender muito com a natureza que, há 3,8 bilhões de anos de evolução, vem fornecendo as melhores soluções estruturais apropriadas para durar na Terra. Benyus descreve o conceito como não exatamente uma tecnologia, ou tampouco uma biologia, mas sim como uma espécie de tecnologia da biologia, como, por exemplo, fazendo

⁵ Doors of Perception se trata de uma série de conferências e uma rede de pessoas reunidas em torno de eventos relacionados ao design, à resiliência e ao papel das tecnologias de informação e comunicação na sociedade. Atualmente, é uma fundação independente apoiada financeiramente pelo governo holandês e pela cidade de Amsterdã. É dirigida por John Thackara e Kristi van Riet.

⁶ Trecho escrito por John Thackara em seu famoso blog de Doors of Perception. Disponível em: <http://thackara.com/archives/2008/12/design_opportun.php>. Acesso em: 06 jul. 2019.

⁷ Dados retirados do artigo online da Revista Forbes, escrito por Rebecca O. Bagley, em 01 de abril de 2014. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/rebeccabagley/2014/04/01/5-tech-trends-you-should-pay-attention-to/#60979180112e>>. Acesso: 20 mar. 2019.

uma fibra que funcione igual a de uma aranha, ou captando a energia solar como as folhas da natureza fazem.

Segundo Giane Brocco, *fundadora do Biomimicry Brasil (consultoria representante do Biomimicry 3.8⁸ no Brasil – pioneira ao trazer a biomimética ao País)*, a biomimética propõe o estudo das estruturas biológicas e das suas funções para, assim, aprender com as estratégias e soluções da natureza, utilizando-a como mentora e modelo projetual, de serviços, produtos, processos e sistemas. Assim, por meio dessa imitação mais consciente da vida, surge a possibilidade de criação de novas tecnologias com mais durabilidade e eficiência, inspiradas pela natureza (BROCCO, 2017).

Enquanto no período Clássico a arquitetura produzida era caracterizada por ser manual e influenciada por princípios da natureza, a partir do período Moderno, graças à Revolução Industrial e sua conseqüente ênfase na eficiência e produção em massa, a produção arquitetônica passou a depender de uma mecânica, dominante e ordenada. Já no período Contemporâneo, o olhar é voltado ao passado como forma de aprendizagem, porém junto às inovações tecnológicas, torna-se possível desenvolver projetos mais sustentáveis por meio de softwares e outros programas digitais, tendo a natureza como diretriz projetual, seja de modo formal, estrutural ou comportamental. Desse modo, a arquitetura contemporânea passa a ser mais flexível e até resiliente, uma vez possibilitada a sua simulação e adaptação em ambientes e climas adversos (GREEN, 2005).

Segundo o influente economista do século XX, E. F. Schumacher (1973, p. 32), “A sabedoria demanda da ciência e da tecnologia uma nova orientação em direção ao orgânico, ao gentil, ao elegante e ao belo”. Desse modo, tendo em vista os constantes avanços tecnológicos vividos em meio a 4ª Revolução Industrial, e seu conseqüente aumento de consciência ecológica e necessidade por redes mais sustentáveis, o conceito de biomimética parece ganhar cada vez mais importância no mercado.

Esse conceito, que se resume, basicamente, na noção de imitar a natureza, usando-a como fonte de inspiração e criação para a produção de sistemas inovadores, mais resistentes e eficazes, vem se tornando uma abordagem recorrente para os profissionais dos mais diversos domínios da ciência na contemporaneidade. Isso se dá graças ao ideal de promover um futuro que, ao invés de competir espaço com a natureza, usurpando de seus recursos de

⁸ A Biomimicry 3.8 é a consultora líder mundial em bio-inspiração, oferecendo consultoria em inteligência biológica, treinamento profissional e inspiração. Os fundadores, funcionários e fornecedores trabalham em todo o mundo auxiliando os outros a aplicarem a biomimética, simulando designs e princípios da natureza, para um mundo melhor.

maneira inconsequente, tenha como princípio coexistir com ela, resultando na otimização de recursos e maior sustentabilidade ao planeta (BENYUS, 1997).

A biomimética na arquitetura, ao contrário do que muitos possam pensar, não serve tanto como inspiração formal, mas como uma cópia de soluções que desempenhem a mesma estratégia observada na natureza, sejam elas estruturais ou funcionais. Isso só é possível por meio da observação do contexto, dos sistemas e das inter-relações no ambiente natural. Trata-se, mais ainda, de um fato transdisciplinar, um processo de co-criação entre a biologia e a arquitetura, no qual a natureza exerce um papel de “*design principle*”, servindo de exemplo estratégico para a arquitetura solucionar demandas projetuais (ARAUJO et al., 2018).

Após 3,8 bilhões de anos de evolução, a natureza teve suas estruturas biológicas constantemente aperfeiçoadas, como resultado de intempéries e seleção natural, sendo obrigada a resistir e adaptar-se ao meio e às mudanças que se seguiram ao longo de milhares de anos. Desse modo, uma arquitetura bio-inspirada tende a gerar uma otimização no uso de materiais e de esforços, por meio de sua configuração espacial, resultando em estruturas inovadoras e eficientes, capazes de se adaptarem às condições locais (ORTIZ, 2017).

É, portanto, o principal objetivo da biomimética, fornecer uma profunda compreensão das soluções e estratégias que evoluíram ao longo do tempo e sua possível implementação na prática tecnológica. Muito frequentemente, a biomimética deve chegar até a escala microscópica e, finalmente, à escala molecular. Algumas das melhores respostas da natureza são conceitualmente simples e fáceis de racionalizar em termos físicos ou da engenharia, mas percebê-las, muitas vezes requer maquinários de alta tecnologia (GRUBER et al., 2011).

De modo geral, a ponte entre natureza e arquitetura pode se dar, principalmente, por meio da prática da biomimética, uma vez que é possível encontrar, na natureza, respostas para desafios na criação arquitetônica com grande facilidade. Isso ocorre porque, assim como acontece com os organismos e ecossistemas naturais, as construções da arquitetura feitas pelo homem também têm como função proteger, unir, isolar, abrigar, proporcionar encontros, espaços para trocas, etc, como explica a bióloga e profissional de biomimética pelo Biomimicry 3.8, Alessandra Araújo (ARAUJO et al., 2018).

Nesse processo de biomimética aplicado à arquitetura, os elementos naturais se convertem em inspirações de ferramentas projetuais, seja para solucionar aspectos técnicos, estruturais, funcionais ou até mesmo formais, como para promover a integração das intervenções do homem ao seu meio ou mitigar seus impactos, reforçando a presença da natureza no meio urbano (ARAUJO et al., 2018).

2.3. Marko Brajovic

Marko Brajovic nasceu em Podgorica, Montenegro em 1973. Graduiu-se em arquitetura pela Universidade de Arquitetura de Veneza (IUAV), é Mestre em Artes Digitais no Institut Universitari de l'Audiovisual da Pompeu Fabra (IUA-UPF), Mestre em Arquitetura Genética pela Universidad Internacional de Catalunya (ESARQ - UIC) de Barcelona e Doutorando em Arquitetura Genética pela Universidad Internacional de Catalunya (ESARQ - UIC), Barcelona. Naturalizado brasileiro, Marko vive no país desde 2006 onde se dedica a implementar conceitos da arquitetura e design interativos e inspirados pela natureza (biomimética), educação experimental, criação de espaços interativos multi-sensoriais, direção criativa e curadoria de exposições. É fundador e Diretor Criativo do Atelier Marko Brajovic, em São Paulo, onde desenvolve projetos internacionais para grandes marcas.⁹

Após graduar-se pela Universidade de Arquitetura de Veneza estudando arquitetura clássica, Marko Brajovic mudou-se para Barcelona onde fez sua pós-graduação em *Digital Arts and Digital Interactive Technology* (artes digitais e tecnologia interativa digital). Segundo ele, enquanto cursava arquitetura, interessava-se pela interação entre corpo e espaço e como isso podia ser usado em tecnologia interativa, instalações audiovisuais, e cenografia.¹⁰

Logo após a graduação, Marko Brajovic formou, junto a outros arquitetos, designers e artistas, um grupo conhecido como Su-Studio, que foi convidado por uma cliente a projetar sua casa na Costa Rica, em meio a uma floresta tropical. Brajovic conta que, na época, o grupo não sabia muito sobre natureza e o meio ambiente, o que os levou a praticamente morar nas praias da Costa Rica por um ano. Como a cliente inspirou-se pela música de Eric Satie, solicitou que o projeto da casa fosse em torno disso, de modo que a equipe acabou usando um software paramétrico para identificar a frequência da música para interpretá-la como arquitetura.¹¹

Por meio dos resultados de diversos estudos, o Su-Studio optou pelo bambu como material construtivo mais adequado para o projeto, provavelmente, por conta de sua flexibilidade. Isso levou Brajovic a pesquisar cada vez mais sobre o bambu e outros

⁹ Dados obtidos por meio de entrevista pessoal com o arquiteto e designer Marko Brajovic em seu atelier, em São Paulo, 21 maio 2019.

¹⁰ Dados obtidos por meio de entrevista de Marko Brajovic concedida à Agencia Chandelier Creative, (fundada por Richard Christiansen, com sede em Nova Iorque, EUA), no dia 09 de janeiro de 2017. Disponível em: <<https://www.chandeliercreative.com/article/technician-of-the-forest-architect-marko-brajovic>>. Acesso: 23 abr. 2019.

¹¹ Dados obtidos por meio de entrevista de Marko Brajovic concedida à Agencia Chandelier Creative, (fundada por Richard Christiansen, com sede em Nova Iorque, EUA), no dia 09 de janeiro de 2017. Disponível em: <<https://www.chandeliercreative.com/article/technician-of-the-forest-architect-marko-brajovic>>. Acesso: 23 abr. 2019.

organismos da natureza e como se comportam, representando o início de seu interesse pela arquitetura biomimética; o que resultou em seu mestrado e posterior doutorado em Arquitetura Genética em Barcelona, onde aprendeu a usar a tecnologia de desenho digital integrado com pesquisas na Biologia.¹¹

Em 2002, Brajovic entra em contato com a *Naso-Teribé*, uma pequena tribo indígena na Costa Rica. A partir disso, o arquiteto aprende técnicas de capina e se torna fascinado pelo modo com que os indígenas se relacionam com a natureza, descrevendo-os como “técnicos da natureza pelos últimos 15.000 anos”. Esse contato inicial com a cultura de povos indígenas inspirou o designer e arquiteto a buscar, cada vez mais, soluções na natureza para seus projetos, assim como faziam os indígenas, que aprendiam e se aproveitavam das estruturas naturais e da forma como os organismos se organizavam no meio ambiente, copiando-as.¹¹

Aos poucos, o arquiteto e designer resolveu dedicar-se cada vez mais ao estudo das estruturas biológicas e suas funções, assim, quando foi convidado pelo Instituto Europeu de Design (IED) a participar de um workshop de cinema realizado em uma comunidade flutuante da Floresta Amazônica, Brajovic não hesitou. Durante o workshop, ele se encantou com o modo com o qual os habitantes se relacionam e respeitam a natureza na construção de suas cidades. A partir disso, ele tornou como lema o ideal de que é no estudo da natureza que se encontram as mais variadas soluções de projeto (DUARTE, 2012).

Desse modo, Brajovic esclarece que para desenvolver seus projetos, ele pesquisa e aparelha seu processo criativo em três divisões: Estudo comportamental (como as pessoas agem), Fenomenologia (como a física age), e Biomimética (como a natureza age). Por meio desse estudo, torna-se possível, para o arquiteto, a completa compreensão das estratégias da natureza, como ela opera e se organiza e como seria possível reproduzir essas qualidades em seus projetos, de forma a comunicar marcas e valores por meio de experiências criativas, multi-sensoriais e imersivas (SOUZA, 2016).

Após o workshop na Floresta Amazônica, Marko Brajovic decidiu abrir um escritório no Brasil, ao qual batizou de Atelier Marko Brajovic que, segundo ele, tem como objetivo desenhar para as pessoas (e não para o mercado), despertando nelas “um recíproco respeito e consciência sensorial com a natureza do entorno, e do próprio interior”. Com isso, Brajovic descreve como fundamental o entendimento da inter-relação entre liberdade e responsabilidade na arquitetura, justificando que “a partir da Revolução Industrial, trabalhando numa cadeia produtiva, as disciplinas perderam a visão do todo e a respectiva responsabilidade tanto da origem como do fim do que estava se desenvolvendo. No século XXI numa visão pós-industrial, tanto o designer quanto o arquiteto, têm a liberdade e a

responsabilidade do que se cria”, e com o que se cria, vem a necessidade de respeitar a natureza e, mais que isso, trabalhar junto a ela, e a favor dela.¹²

2.4. Análise da obra: Arca House



Figura 1: Arca House vista de fora



Figura 2: interior da Arca House

Fonte: <<https://markobrajovic.com/en/all/casa-arca>>

A Arca House (figuras 1 e 2), projeto do Atelier Marko Brajovic que foi uma das obras vencedoras do iF Design Award 2016, teve como diretor criativo o próprio Marko Brajovic, como diretor de projeto o arquiteto Bruno Bezerra e, por fim, como arquiteto assistente, Lucas de Sordi. O projeto se trata de uma casa de 130 m² em Paraty (RJ, Brasil), na fronteira do Parque Nacional Serra da Bocaina, em uma das poucas regiões do Brasil onde a Mata Atlântica está preservada. A premissa é que a casa seja alugada temporariamente por profissionais que ambicionem vivenciar uma imersão criativa (com ou sem crianças), e que desejem trabalhar em um ambiente confortável e tranquilo, imersos em meio a natureza (DELAQUA, 2015).

A Arca recebeu este nome pelos moradores da região (Paraty), que a compararam a uma espécie de navio emergindo em meio a Mata Atlântica, principalmente por conta de seu formato curvo, porém de baixo impacto visual, inspirada por um tipo específico de oca (casa) muito comum na tribo indígena Asurini, Médio Xingu, do Pará. Entretanto, diferentemente das casas indígenas, a Arca conta com um fechamento de suas laterais em vidro (figura 2), o que proporciona o aproveitamento de luz e ventilação natural (BRAJOVIC, 2015).

A construção da casa teve início pela sua cobertura (figuras 3 e 4), que foi o primeiro elemento a ser disposto, seguido pelo restante da casa, assim como sugere a arquitetura

¹² Dados obtidos por meio de entrevista de Marko Brajovic, concedida, em 09 de julho de 2014, ao Panorama Mercantil, portal tradicional veículo de entrevistas da internet brasileira, comandado pelo jornalista Eder Fonseca. Disponível em: < <https://www.panoramamercantil.com.br/meu-escritorio-desenha-para-as-pessoas-marko-brajovic-fundador-do-atelier-marko-brajovic/>>. Acesso: 23 abr. 2019.

tropical. O projeto tinha como partido a integração com a natureza, por meio de uma construção de baixo impacto que se integrasse ao entorno, respeitando-o. Para isso, seguindo o princípio da biomimética, o Atelier optou pelo uso de uma estrutura em forma de concha, auto-sustentável, que funcionasse como solução para a cobertura, as paredes e acabamentos, tudo de uma vez só. A estrutura de concha foi feita com módulos de Galvalume (aço + alumínio + zinco), montados no local em apenas uma semana, mas que poderiam ser facilmente desmontados e remontados em uma nova área, devido à versatilidade do material (BRAJOVIC, 2015).



Figura 3: cobertura da Arca House vista de fora

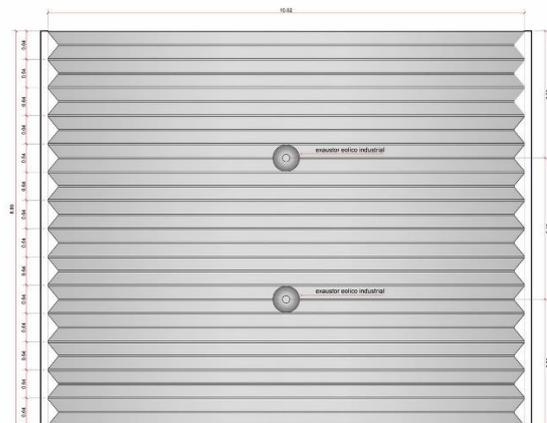


Figura 4: planta da cobertura

Fonte: <<https://www.archdaily.com/776305/arca-atelier-marko-brajovic/5633706de58ece010d0000b1-arca-atelier-marko-brajovic-section>>

A Arca foi pensada para ter uma abordagem híbrida, resultando em um leve contraste entre sua materialidade e a natureza da floresta do entorno, mas, ao mesmo tempo, apresentando características biomiméticas, isto é, bio-inspiradas, como é o caso da modulação das texturas da cobertura de estrutura metálica (figura 3), que mimetiza a estratégia natural encontrada nas palmeiras, que se utiliza de diferentes ângulos para distribuição de forças.¹¹

Após a cobertura ser construída, o deck de madeira foi instalado e teve início a concepção do interior da casa (figuras 5 e 6), que levou em consideração questões ambientais como as correntes de vento locais e sua direção, a luz do sol e sua orientação, assim como as vistas desejadas para cada ambiente, o que influenciou no design interior da Arca, que não contou com um projeto inicial em planta. Desse modo, os artesãos locais construíram divisórias ao longo das marcas de fita prateada usadas previamente para delimitar o espaço, sem um projeto anterior. Assim, este tipo de processo de design não convencional permitiu

um design de interiores customizado a posteriori baseado em uma simulação viva (BRAJOVIC, 2015).



Figura 5: interior da Arca House



Figura 6: interior da Arca House

Fonte: <<https://www.archdaily.com/776305/arca-atelier-marko-brajovic/5633706de58ece010d0000b1-arca-atelier-marko-brajovic-section>>

A parede interna de madeira possui apenas 3 cm de espessura e é encaixada à medida em que é internamente reforçada por barras de aço que comprimem toda a estrutura (figura 6). A casa, com capacidade de acolher em torno de 8 pessoas, conta com uma cozinha toda mobiliada, banheiro e uma área aberta para funcionar tanto como sala de estar quanto como área para workshops criativos e treinamentos profissionais. No caso de a opção ser a segunda, as camas da casa se transformam em sofás e os quartos, por sua vez, em salas de produção (DELAQUA, 2015).

A Arca foi inspirada na cultura indígena Asurini não só no que diz respeito à sua forma e estética, mas também no quesito de funcionalidade, uma vez que, diferentemente da cultura ocidental, na qual a casa é dividida em espaços habitados separadamente de acordo com as horas do dia; a Arca foi pensada para funcionar de modo integrado independente da hora do dia (figuras 7 e 8). Dessa forma, a casa, como um todo, teria seu espaço inteiro utilizado para dormir, quando dormir fosse a atividade predominante, depois para cozinhar/comer, ou como oficina e sala de estar, não havendo divisões tão rígidas em cômodos que ficariam abandonados em certas horas do dia, o que resulta em uma otimização do espaço.¹¹

De modo geral, além de seu reduzido impacto ambiental, a Arca House também faz uso de estrutura autossustentável e versátil. De acordo com Marko Brajovic, “toda essa inteligência, na verdade, vem das culturas ancestrais indígenas brasileiras, que são os melhores *case studies* de arquitetura no Brasil. Essa arquitetura indígena apresenta soluções muito avançadas e uma arquitetura realmente derivada das condições bioclimáticas locais brasileiras e integradas com as forças da natureza, não são tipologias importadas eventualmente por colônias, por exemplo”¹³. Dessa forma, essa arquitetura biomimética, com inspiração indígena, usada na Arca, justamente por se aliar às forças da natureza local, acaba apresentando soluções consideradas avançadas para a construção, isto é, formas, estruturas e materiais mais versáteis e facilmente adaptáveis a outras situações, o que, em outras palavras, implica uma arquitetura mais resiliente.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa procurou desenvolver dois conceitos contemporâneos: a resiliência e a biomimética, e verificá-los numa arquitetura edificada de escala singela: a Arca House, do arquiteto Marko Brajovic. Esta casa, sob suspeita de tais conceitos foi instrumento deste ensaio por meio de referências textuais e de uma entrevista realizada com o arquiteto em seu escritório, o que deu um caráter primário e valoroso a mesma. De modo geral, os temas estudados e o aprendizado que esta pesquisa proporcionou mostram como a biomimética e a resiliência podem auxiliar positivamente no processo de projeto da arquitetura abrindo novas possibilidades estruturais e materiais na construção.

Segundo o arquiteto estudado, Marko Brajovic, é imprescindível que cada profissional da área de arquitetura, design e construção desenvolva uma relação de respeito com o meio ambiente, que vai desde o conhecimento da origem de todos os materiais, até a consciência de que é necessário fazer uso deles de modo inteligente e proveitoso. Brajovic diz ainda que, “no século XXI, a arquitetura não tem mais muito o sentido de existir nos paradigmas como antes, ou de seguir estilos”, ressaltando que o melhor caminho, para a arquitetura contemporânea, é o de “se alinhar com as forças da natureza, não tentar combatê-las”.¹³

Para mim, é imprescindível falar em arquitetura inspirada na natureza, e se entra em um processo mais funcional e sistêmico, a arquitetura é totalmente afinada com conceitos de regeneração implícitos no ecossistema e ela, inevitavelmente, entra no ciclo de resiliência. Isso porque, pensando em um sistema natural mais resiliente, como, por exemplo, a floresta: nela você consegue descentralizar os sistemas estruturais, diversificar os sistemas, ou, ainda, criar um mutualismo entre sistemas, tudo isso com metáforas e paradigmas que podem ser aplicados na cidade de forma incrível.¹³

No que se refere aos meios de utilizar a biomimética para auxiliar a absorção de impactos ambientais nas cidades, de acordo com Brajovic, é fundamental testar a possibilidade de futuro sem estar viciada no presente, e pensar como criar sistemas que

podem ser exponenciais, que podem ganhar escala, se auto organizar, de forma local, para, aos poucos, gerarem um efeito global. “De repente não são grandes soluções que vêm de fora para dentro, como se imaginava na arquitetura modernista, com desenhos de *masterplans*, de repente são pequenas soluções que têm inteligência de se articular e um dia se tornarem grandes soluções”.¹³

“Às vezes, as experimentações e ideias resultam em fracassos, mas é fundamental, hoje em dia, os arquitetos terem a coragem de experimentar e desenhar não somente para o mercado ou para os seres humanos, mas desenhar para e como os ecossistemas”, aponta Brajovic, que considera essa experimentação como o único caminho para a inovação e evolução.¹³ Além disso, essa experimentação deve ser constante, porque, assim como os problemas variam e a contemporaneidade vai, constantemente, apresentando novos desafios, a natureza também trabalha de forma evolutiva e nunca tem um produto final, logo, basta acompanhá-la e ir estudando suas novas possibilidades conforme elas forem surgindo, para se ter sempre novas inspirações.

Por fim, podemos ressaltar que o estudo e análise dos temas apontados ocorreram de forma produtiva e bem-sucedida, e, tanto a biomimética, quanto a resiliência, deveriam ser abordados com uma maior frequência e ênfase nas escolas e escritórios, visto que tais conceitos estão cada vez mais presentes na arquitetura e se mostram como o grande futuro para o seu desenvolvimento.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, Alessandra et al. *Inspiração na natureza muito além da forma: a biomimética na arquitetura*. 2018. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/902325/inspiracao-na-natureza-muito-alem-da-forma-a-biomimetica-na-arquitetura>>. Acesso em: 20 out. 2018.

ARRUDA, Amilton. *Como a Biônica e Biomimética se relacionam com as estruturas naturais na busca de um novo modelo de pesquisa projetual*. 2015. 9 f. Tese (Doutorado) - Curso de Desenho Industrial, Grupo de Pesquisa em Bidesign e Artefatos Industriais, Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2015. Disponível em: <http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/encuentro2010/administracion-concursos/archivos_conf_2013/1345_68759_2401con.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2018.

ARRUDA, Amilton. *Bionic Basic: Verso un nuovo modello di ricerca progettuale*. 2002. 175 p. Tese (Doutorado) – Univesidade Politecnico di Milano, Doutorado em Desenho Industrial e Comunicação Multimídia, Milão, 2002.

BALTAZAR, Ana Paula. *Sobre a resiliência dos sistemas urbanos: devem eles ser resilientes e são eles realmente sistemas?* In VIRUS. N. 3. Trad. Biaggioni, B., D'Andréa, A. São Carlos: Nomads.usp, 2010. Disponível em: <http://www.nomads.usp.br/virus/virus03/invited/layout.php?item=1&lang=pt>. Acesso em: 25 mar. 2018.

BENYUS, Janine M. *Biomimética: Inovação inspirada pela natureza*. 6ª ed. São Paulo: Editora Cultrix, 2011.

BIANCHI, Ricardo Cavaler; ZACARIAS, Giovanna Matiuzzi. Cidades Resilientes: a importância do fortalecimento das comunidades. *Revista Ordem Pública*, Florianópolis, v. 9, n. 1, p.1-13, jun. 2016. Disponível em: <<https://rop.emnuvens.com.br/rop/article/view/123/116>>. Acesso em: 06 jul. 2019.

BRAJOVIC, Marko. *In Nature We Trust: Atelier Marko Brajovic*. São Paulo: Ipsis Gráfica e Editora, 2016. 240 p.

BRAJOVIC, Marko. *Arca House*. 2015. Marko Brajovic Atelier. Disponível em: <<https://markobrajovic.com/en/all/casa-arca>>. Acesso em: 27 maio 2019.

BROCCO, Giane. *Biomimética: natureza como inspiração para a tecnologia*. 2017. Disponível em: <<http://www.itmanagement.com.br/2017/biomimetica-natureza-tecnologia/>>. Acesso em: 20 mar. 2019.

DELAQUA, Victor. *Arca: Atelier Marko Brajovic*. 2015. Archdaily (Ed.). Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/776449/arca-atelier-marko-brajovic>>. Acesso em: 26 maio 2019.

DUARTE, Juliana. *Marko Brajovic: Architect, Apartment & Office*, São Paulo. 2012. Disponível em: <<https://www.freundevonfreunden.com/pt/interviews/marko-brajovic/>>. Acesso em: 27 mar. 2018.

GREEN, Keith. *The Art Of Architecture: The Science Of Architecture*. ACSA National. 2005.

GRUBER, Petra. *Biomimetics in architecture: architecture of life and buildings*. Vienna: Springwiennewyork, 2011. 275 p. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/230875495_Biomimetics_in_Architecture_-_Architecture_of_Life_and_Buildings>. Acesso em: 26 mar. 2018.

GRUBER, Petra et al. *Biomimetics - Materials, Structures and Processes: Examples, Ideas and Case Studies*. Berlim: Springer, 2011. 283 p.

HOLLING, Crawford Stanley. *Resilience and stability of ecological systems*. in: Annual Review of Ecology and Systematics. Laxenburg, Austria: International Institute for Applied Systems Analysis, vol. 4, pp. 1–23, 1973.

MARIUZZO, Patricia. *Resiliência e capital social nas cidades*. 2017. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252017000100008>. Acesso em: 27 mar. 2018.

NASCIMENTO, Anelise Ventura. *Fronteiras Permeáveis Entre a Arquitetura e a Biologia: processos de projeto digital*. 2014. 302 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Teoria e História da Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/102/102132/tde-31082015-155107/pt-br.php>>. Acesso em: 26 mar. 2018.

ORTIZ, Victor Barreto. *Biomimética: A natureza como identidade no projeto de estruturas espaciais na arquitetura*. 2017. 121 f. TCC (Graduação) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2017.

RODRIGUES, Felipe de Souza Silva. *Resiliência no Brasil: Uma aproximação ao campo da Arquitetura*. 2014. 217 f. TCC (Graduação) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo Mackenzie, São Paulo, Brasil, 2015. Disponível em: <https://issuu.com/felipessrodrigues/docs/felipe_de_souza_silva_rodrigues_mon>. Acesso em: 04 jul. 2019.

SCHUMACHER, E. F. *O negócio é ser pequeno (Small is beautiful)*: Um estudo de economia que leva em conta as pessoas. 4. ed. Londres: Zahar Editores, 1973. 318 p. Tradução de Octávio Alves Filho. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4606603/mod_resource/content/1/e_f_schumacher_-_o_negocio_e_ser_pequeno.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2019.

SOUZA, Carlos Eduardo. *Marko Brajovic: Arquitetura, Biomimética e Design*. 2016. Disponível em: <<https://www.habitusbrasil.com/marko-brajovic-arquitetura-biomimetica-e-design/>>. Acesso em: 27 mar. 2018.

TANSCHKEIT, Paula. *95% das cidades brasileiras não estão preparadas para desastres ambientais*. 2017. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/804256/95-percent-das-cidades-brasileiras-nao-estao-preparadas-para-desastres-ambientais>>. Acesso em: 27 mar. 2018.

VILLAC, Maria Isabel et al (Ed.). Resiliência. *Cadernos de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo*: Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, v. 18, n. 2, p.1-164, dez. 2018.

WALKER, Brian; SALT, David. *Resilience Thinking: sustaining ecosystems and people in a changing world*. Washington, Dc: Island Press, 2006. 192 p. Disponível em: <[http://faculty.washington.edu/stevehar/Resilience thinking.pdf](http://faculty.washington.edu/stevehar/Resilience%20thinking.pdf)>. Acesso em: 26 mar. 2018.

Contatos:

Barbara Feres Marques Bragança de Oliveira (IC): barbara.feres1608@gmail.com

Ricardo Carvalho Lima Ramos (Orientador): movme@uol.com.br