

CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL: NET POSITIVE HOME E SEUS SISTEMAS

Paola Serafim Filócomo (IC) e Paulo Roberto Corrêa (Orientador)

Apoio: PIVIC Mackenzie

RESUMO

Net Positive Home, termo internacionalmente utilizado, que define residências com padrão sustentável desde a fase de projeto até a construção final, é o assunto principal deste artigo que enaltece parte da esfera ecológica da construção civil, que vem se fortalecendo entre os profissionais da área e a própria sociedade. São abordados os principais sistemas alternativos adotados por projetos deste gênero. Trata-se de captação de águas pluviais, reciclagem dos efluentes domésticos, estratégias ativas e passivas para a redução do consumo energético e fontes energéticas renováveis adaptadas à escala residencial. Muitas soluções já foram estudadas e são abordadas no presente artigo, com especial enfoque para aquelas que possuem maior viabilidade de aplicação no território brasileiro. Portanto, há uma introdução ao âmbito sustentável da indústria da construção civil, quais suas motivações e como esta se desenvolve, para posteriormente identificar onde o objeto de estudo se enquadra e discorrer a respeito dos métodos projetuais que a ele geralmente se aplicam. Sabe-se que nenhum projeto é idêntico ao outro, entretanto, há muitas semelhanças quanto às soluções adotadas de sistemas prediais alternativos aqui apresentados, o que permite a construção de um conceito geral, o qual é aplicado na estruturação da pesquisa. Para sistematizar os procedimentos sobre estes aspectos, realizou-se a revisão bibliográfica sobre a temática apresentada e, posteriormente à análise desta, teceu-se considerações a respeito de qual o papel do arquiteto neste cenário ao tratar de como o processo projetual se inicia e qual sua função social, econômica e ambiental, pois envolve também a conscientização do futuro usuário e dos impactos da obra no ecossistema ambiental.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Eficiência energética. Residência sustentável.

ABSTRACT

Net Positive Home, an internationally used term that defines residences with a sustainable standard from the design phase to the final construction, is the main subject of this article that highlights part of the ecological sphere of civil construction, which has been strengthening among professionals in the area and society itself. The main alternative systems adopted by projects of this kind are discussed. It involves rainwater collection, recycling of domestic effluents, active and passive strategies for reducing energy consumption and renewable energy sources adapted to the residential scale. Many solutions have already been studied and are studied in this article, with a special focus on those that have greater feasibility of application in Brazilian territory. Therefore, there is an introduction to the sustainable scope of the civil construction industry, what its motivations are and how it develops, to later identify where the object of study fits and discuss the design methods that generally apply to it. It is known that no project is identical to the other, however, there are many similarities regarding the solutions adopted for alternative building systems presented here, which allows the construction of a general concept, which is applied in the structuring of the research. In order to systematize the procedures on these aspects, a bibliographic review on the theme presented was carried out and, after its analysis, considerations were made regarding the role of the architect in this scenario when dealing with how the design process begins and which its social, economic and environmental function, as it also involves raising awareness of the future user and the impacts of the work on the environmental ecosystem.

Keywords: Sustainability. Energetic efficiency. Sustainable residence.

1. INTRODUÇÃO

Construções sustentáveis são um tema extremamente atual que segue em franco desenvolvimento. É uma discussão recente, iniciada no século XX, com a organização da Agenda 21 - resultado da conferência Eco-92 ou Rio-92, ocorrida no Rio de Janeiro, Brasil, em 1992 -, que influenciou a arquitetura e promoveu a reinterpretação do conceito de progresso e a promoção da qualidade e não apenas da quantidade construtiva. A arquitetura por sua vez, apoiando-se na ciência, passou a incentivar construções sustentáveis que, segundo a *Building Services Research and Information Association (BSRIA, 1996)*, as definiu como sendo a criação e gestão de edifícios saudáveis baseados em princípios ecológicos e com uso eficiente dos recursos naturais.

São caracterizadas por propostas que apresentam alternativas e métodos aplicados por arquitetos que acreditam na possibilidade de disseminar a intervenção ecológica no ramo da construção civil e pensar o projeto já voltado para a sustentabilidade, em vez de adaptá-lo “a posteriori” como forma de se adequar a estética da obra às soluções sustentáveis. Segundo EDWARDS (2009), o impacto das edificações atuais ao meio ambiente é altíssimo, tanto em termos de investimentos em matérias-primas quanto na produção de resíduos:

- Materiais: 60% dos recursos mundiais são destinados à construção (edificações, estradas, etc.);
- Água: 50% da água usada no mundo são destinadas ao abastecimento de instalações sanitárias e outros usos nas edificações;
- Energia: cerca de 50% da energia gerada são utilizadas para aquecer, iluminar e ventilar as edificações, além de 3% utilizadas na construção;
- Madeira: 60% dos produtos madeireiros mundiais são utilizados na construção de edificações, assim como cerca de 90% das madeiras duras¹ ;
- Solo: 80% do melhor solo cultivável são utilizados na construção civil e não na agricultura.

Mudanças climáticas, aumento do nível do mar, maior frequência de tempestades, aumento das diferenças térmicas entre microclimas, desertificação, episódios frequentes de sobreaquecimento regional, aumento da reincidência de convecção (expandindo a aridez do

¹ Madeiras duras apresentam maior resistência, qualidade e custo em relação às outras. Esse tipo de madeira, diferente das comuns, é menos propensa a sofrer os impactos dos ataques de cupins, insetos em geral e umidade.

solo) e pressão sobre as florestas mundiais são fenômenos decorrentes do aquecimento global, do efeito estufa e outras consequências derivadas de intervenções humanas impensadas sobre a natureza acarretando, com isso, forte desequilíbrio nos ecossistemas e resultando em graves impactos ambientais.

O objeto de estudo aqui apresentado, são as *Net Positive Homes*, também conhecidas por *Plus Energy Houses* ou *Casas Net Positivo*. Esse gênero de projeto consiste em sistemas residenciais autossuficientes e ecologicamente eficientes. Para obter clareza no significado de qual a ideia por trás de uma *Net Positive Home*, é necessário conhecer o processo de sua concepção, construção e as motivações, vantagens, desafios e influências de se ter a natureza como diretriz principal de concepção do projeto.

O conceito atribuído ao termo “*Net Positive Home*” é diretamente relacionado à completa eliminação da pegada de carbono operacional do projeto residencial e a entrega integrada do projeto, ou seja, cooperação intersetorial com um objetivo comum: garantir que as metas de sustentabilidade sejam mantidas em primeiro plano durante todo o processo de tomada de decisão projetual e, também, de construção. Nesta modalidade, há colaboração desde o conceito até a conclusão entre proprietário, arquiteto e construtor. Sendo a produção de energia elétrica excedente à consumida, a principal característica das *Net Positive Homes*, a eficiência no uso da água, o gerenciamento de resíduos, materiais e recursos, também são questões de grande relevância ao tema.

Ao tratar a sustentabilidade como assunto relevante, aumentam-se as oportunidades de mercado e são agregados, à imagem da empresa envolvida neste processo bem como do empreendimento imobiliário proposto, o valor de ética e responsabilidade ambiental. Projetos com bom desempenho energético possibilitam sucesso financeiro e causam impactos positivos à economia, devolvendo mais à sociedade e ao meio ambiente do que aquilo que retiram. O reconhecimento desses benefícios aumenta o nível de ambição de sustentabilidade das empresas e as leva a buscar maior inovação, elevar sua reputação e melhorar relações com as partes interessadas. Entende-se, então, que o projeto arquitetônico pode contribuir significativamente para reduzir a pressão sobre o meio ambiente através da sustentabilidade, dado que o impacto negativo das construções civis sobre os recursos do planeta é enorme. É dessa maneira que o arquiteto e o urbanista se inserem na tentativa de amenizar os problemas apresentados.

Net Positive Homes são sempre casos únicos, mas algumas características encontram-se presentes na maioria delas, tais como: a adesão à meios de produção de energia elétrica renovável; captação de águas pluviais para reaproveitar a água da chuva;

tratamento de águas cinzas para evitar desperdícios e empregá-las novamente em usos domésticos; e, utilizar de estratégias ativas e passivas para a redução do consumo energético abaixo, desenvolvida por BRYN DAVIDSON (2017), ilustra a novidade que as *Net Positive Homes* representam tanto no âmbito arquitetônico quanto para a indústria da construção de modo geral.

Fig. 1 - Net Positive Home no mercado



Fonte: DAVIDSON (2017)

A bioconstrução, por contemplar o fluxo dos sistemas naturais no próprio ambiente, é uma boa técnica para ser adotada como estratégia para se viver dentro dos limites ecológicos. Através desta, é possível potencializar os recursos financeiros, diminuir os impactos ambientais, melhorar a qualidade de vida dos usuários desses projetos e contribuir para a preservação da natureza. O ambientalismo contemporâneo distingue dois tipos de ecologia:

- Ecologia rasa - que entende os seres humanos isoladamente da natureza, a enquadra como fonte de todos os valores e lhe concede apenas valor instrumental e de uso aos ecossistemas;
- Ecologia profunda - que não aparta seres humanos (ou qualquer outro ser) do meio ambiente natural e capta o universo não como um conjunto de objetos separados, mas como uma teia de fenômenos interconectados e interdependentes (ADAM, 2001).

ADAM (2001), salienta a interdependência como sendo uma característica fundamental das relações entre ecossistemas, tendo em vista que todas as coisas estão relacionadas entre si e com variadas interconexões, o que é saída para um sistema é entrada e dá início a outro. Por isso, deve-se compreender estas conexões não com o intuito de super explorá-las ou parasitá-las, mas de garantir sua continuidade. É nessa segunda categoria que encontramos o objeto de estudo desta pesquisa.

Projetos *Net Positive Homes* refletem, também, os ciclos reproduzidos pela natureza. Essa característica advém tanto do conceito da biomimética quanto da percepção de que é preciso utilizar os recursos (especialmente os não renováveis) conscientemente e, a natureza apresenta equilíbrio no que se refere a esses processos. A biomimética é caracterizada pela

influência de algumas estratégias da natureza para desempenhar determinada demanda na forma da arquitetura. É um espaço para criação integrada entre biologia e arquitetura. O objetivo é que na arquitetura seja apresentada uma solução que desempenhe a estratégia que foi observada na natureza, não é exatamente a forma pela forma.

2. DESENVOLVIMENTO DO ARGUMENTO

Net Positive Homes são projetos que estão alinhados com diretrizes sustentáveis, além de, necessariamente, apresentar produção de energia elétrica renovável própria. Esta produção pode se ater somente aos recursos elétricos suficientes para suprir suas necessidades ou, até mesmo, de forma excedente. Projetos ecológicos geralmente se adequam ao clima local e são orientados de forma a tirar proveito dos ventos, da insolação, das chuvas e da vegetação. Essas decisões projetuais, se bem estudadas, tornam a edificação termicamente confortável, bem adaptada à topografia original e incorporada à paisagem sem agredi-la. Materiais e técnicas de construção saudáveis e sustentáveis devem ser empregados, pois estes conseguem reaproveitar e reciclar as chamadas águas cinzas (de banho, pias e tanques) e usam a cobertura para coletar águas pluviais, tratam adequadamente resíduos sólidos e líquidos e incorporam a vida vegetal para depurar o ar interno e o externo (PINTO e NEME, 2014).

Segundo PEREIRA (2009), algumas das diretrizes às quais projetos do gênero atendem são: planejamento sustentável da obra; emprego passivo dos recursos naturais; eficiência energética; controle moderado sob o uso da água; administração dos resíduos na edificação; qualidade do ar e do ambiente interior; conforto termo acústico; gestão racional de materiais e uso de produtos e tecnologias ambientais. Ainda conforme a mesma autora, em uma edificação que segue princípios sustentáveis, cinco deles são fundamentais: minimizar o consumo de recursos; reaproveitar os recursos; reciclar materiais em fim de vida do edifício e servir-se de recursos recicláveis; preservar os sistemas naturais e sua função em todas as atividades e extinguir materiais tóxicos e os seus subprodutos em todas as etapas do ciclo de vida destes materiais. É o conjunto de todas essas etapas que faz com que um produto cumpra sua função na cadeia de produtividade. Sua análise permite a quantificação das emissões ambientais e o impacto ambiental de um produto, sistema ou processo.

A seleção de materiais deve ser minuciosa, levando em consideração o ciclo de vida útil de cada um dos materiais especificados. No grupo dos componentes construtivos industrializados, opta-se pelo reuso dos excedentes resultantes da construção civil convencional e pelos materiais recicláveis, por exemplo: papel, garrafas PET's, latas de alumínio, borrachas de pneus gastos, vidros, dentre muitos outros, de acordo com sua

disponibilidade no momento e necessidade do profissional da construção (BRAUN, 2001). Para garantir o viés sustentável na escolha de materiais, deve-se evitar o uso excessivo de derivados de recursos fósseis (como plásticos em geral), materiais embalados e produtos cimentícios, viabilizar o uso de insumos pouco industrializados, por exemplo: tijolos cerâmicos, madeira, palha, adobe, bambu, entre outros, pois estes são menos adulterados e, por isso, causam menores impactos naturais, utilizar materiais que quase não exijam manutenção e reposição, não tóxicos, duráveis, recicláveis e renováveis.

Não só o ciclo de vida dos materiais e da edificação são conceitos de importância neste estudo, mas também o perfil e os hábitos dos ocupantes de uma *Net Positive Home*, que podem acarretar em diferentes resultados de desempenho da proposta original do projeto. Para salientar a importância do papel do usuário de obras do gênero, SANGUINETTO (2010) destacou a pesquisa realizada pelo Instituto Akatu no tocante às características dos consumidores: O Instituto Akatu de Consumo Consciente vem realizando pesquisas nos últimos anos visando acompanhar a evolução do consumidor brasileiro e, em 2007, publicou a pesquisa “Como e por que os brasileiros praticam o consumo consciente?”, em que agrupa os entrevistados em quatro diferentes níveis de consumo consciente (AKATU, 2007), definindo esses consumidores como: **indiferentes** – que adotam no máximo dois comportamentos; **iniciantes** – que adotam de três a sete comportamentos; **engajados** – que adotam de oito a 10 comportamentos; e **conscientes** – que adotam de 11 a 13 comportamentos.

Os comportamentos abordados pela pesquisa são os relacionados a seguir, e tomando-os por base, tem-se que os moradores da residência em estudo compõem o grupo dos Consumidores Conscientes, uma vez que adotam pelo menos 11 das 13 condutas ou indicadores da pesquisa: evita deixar lâmpadas acesas em ambientes desocupados; fecha a torneira enquanto escova os dentes; desliga aparelhos eletrônicos quando não está usando; costuma planejar as compras de alimentos; costuma pedir nota fiscal quando faz compras; costuma planejar compra de roupas; costuma utilizar o verso de folhas de papel já utilizadas; lê o rótulo atentamente antes de decidir a compra; a família separa o lixo para reciclagem (lata, papel, vidro, PET, garrafas); espera os alimentos esfriarem antes de guardar na geladeira; comprou produtos feitos com material reciclado, nos últimos 6 meses; comprou produtos orgânicos, nos últimos seis meses (por ex.: alimentos sem agrotóxicos, carne sem hormônios ou antibióticos) e procura compartilhar ao maior número possível de pessoas as informações que aprende sobre empresas e produtos.

Os moradores adotam ainda outras iniciativas que os aproximam dos conceitos de sustentabilidade, como: redução do consumo de água (arejadores nas torneiras, captação de água da chuva complementando o abastecimento público, caixa acoplada de 6 litros no vaso sanitário); reaproveitamento e seleção de materiais (compostagem, separação de resíduos e

destinação correta); produção e consumo de alimentos orgânicos; e não consumo de carnes vermelha e branca, mantendo o consumo de peixes de maneira esporádica (menos de uma vez ao mês). Como identificado anteriormente, os usuários de uma residência podem ser classificados com base em seus costumes influentes à performance ecológica da habitação, e para a eficiência total das alternativas sistêmicas adotadas à uma *Net Positive Home*.

Ao tratar do sistema de captação de águas pluviais que auxilia no uso racional da água, em conjunto com o arquiteto projetista, o futuro residente deve ater-se à aspectos como: garantir que a água coletada seja usada apenas para fins não potáveis (por exemplo, descargas em bacias sanitárias, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e ruas, limpeza de pátios, espelhos d'água e quintais, irrigação de gramados e plantas ornamentais, entre outros); evitar a entrada de luz do sol no reservatório; antever a conexão (sem possibilidade de contaminação) de água potável com o reservatório de armazenamento; manter a tampa de inspeção lacrada; manter limpeza anual do reservatório; pintar de cor diferenciada o encanamento de coleta e distribuição de águas pluviais, pois a qualidade da água deve ser submetida a um processo de monitoramento (GOULART, 2015).

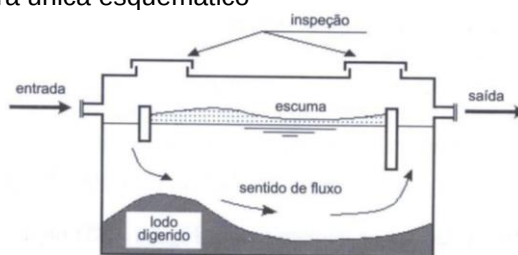
Em 1991, RICHTTER e NETTO entenderam a composição bacteriológica, física e química da água como um dos seus maiores indicadores de qualidade. Para se garantir os aspectos qualitativos ambicionados deve ser considerado qual será o uso designado da água em questão. Para consumo humano, é imprescindível que seja incolor, insípida, inodora e livre de matéria suspensa visível, como também de quaisquer substâncias orgânicas, inorgânicas ou organismos que possam causar enfermidades ou acarretar em efeitos fisiológicos prejudiciais aos seres humanos.

No tocante às metodologias de reciclagem de efluentes domésticos, deve ser discutida qual a melhor alternativa para tratar as águas da residência em questão, pois já foram desenvolvidas muitas maneiras de efetivar esse processo. Entender qual sistema se adaptará melhor deve partir da compreensão das necessidades dos futuros usuários e da concordância no descarte correto do esgoto para que seja um método eficiente. Para conscientizar-se das possibilidades sistêmicas, é importante diferenciar as categorias contidas no termo efluente doméstico, que são: as águas cinzas e as águas residuais, popularmente conhecidas como esgoto negro e águas servidas, respectivamente. LUDWING (2006) julga todas as águas como cinzas, exceto as advindas de vasos sanitários. Também pontua que alguns autores excluem das águas cinzas aquelas provenientes da lavagem de fraldas e da pia da cozinha. Portanto, para garantir a eficiência desse sistema, o usuário precisa atentar-se ao direcionamento que a água, da qual se utiliza, está tomando nos encanamentos residenciais.

As grandes vantagens de adotar o sistema de tratamento de efluentes domésticos são diminuir o consumo de água tratada e, conseqüentemente, baratear os custos mensais,

diminuir a pressão na fossa séptica² com possibilidades de uma melhor performance, caso essa seja parte do projeto e menor pressão na unidade de tratamento local. Ao analisar os benefícios citados, conclui-se que a adoção dessa medida no projeto de uma *Net Positive Home* é indispensável por adequar-se ao conceito de sustentabilidade. Diferentes sistemas de reciclagem foram desenvolvidos, são métodos que se assemelham em sua materialidade e processo de filtragem. Alguns deles, são o tratamento por zona de raízes, por tanques filtrantes e até filtro de areia.

Fig. 2 - Tanque séptico de câmara única esquemático

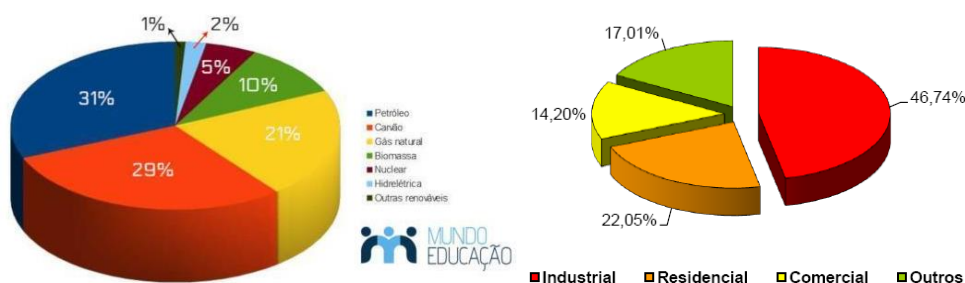


Fonte: MELLO (2015)

Tratando de custos mensais, o fator energético tem papel significativo, portanto, para que sua redução seja bem-sucedida, os residentes podem optar por instalar meios de produção de energia elétrica renovável adaptada à escala do projeto e, também, adotar estratégias ativas que caracterizam-se por utilizarem tecnologias desenvolvidas com o intuito de melhorar a eficiência dos aparelhos eletrônicos domésticos tornando-os mais econômicos.

Atualmente, a construção civil é responsável pelo consumo de 25% de toda energia elétrica gerada no planeta. Segundo Rafaela Souza (2018), no mundo, 85,9% das fontes de energia não são renováveis, portanto, apenas 14,1% atendem a aspectos sustentáveis. Apesar dos valores atuais não serem favoráveis ao meio ambiente, a conversão das fontes não renováveis para as renováveis está tomando cada vez mais força.

Fig. 3 – Matriz energética mundial e Consumo de energia elétrica por setor em 2014; respectivamente



Fonte: SOUZA (2018) e CERON (2014)

² Fossa séptica é um recinto fechado enterrado no solo para o acrisolamento de compostos residuais domésticos, parte componente do complexo de tratamento de esgoto sanitário da grande maioria das residências.

Pelos gráficos acima, nota-se que a indústria é o maior consumidor de energia elétrica, porém, no âmbito residencial, embora em escala menor, também se consome muito. É nessa abordagem que as *Net Positive Homes* entram, são o tipo de projeto que agrega energias de fontes renováveis na escala residencial e, assim, podem contribuir para que o cenário atual se transforme positivamente. Muitos sistemas já foram desenvolvidos, como produção de energia eólica em pequena escala, biodigestores, entre outros. Entretanto, o principal método, passível de adoção à projetos de moradias dessa natureza é a energia solar.

Diariamente, o Sol libera uma quantidade de energia muito maior do que toda a população consome, por isso, a energia elétrica de origem solar possui fonte inesgotável e sustentável. Apesar de ser atrativo, a maior dificuldade de emprego desse método no mercado é a dificuldade técnica que ele implica e o custo de instalação, em que pese muitos desses empecilhos terem sido minimizados atualmente. As grandes vantagens de adoção desse sistema são: menor perda térmica; recompensa financeira a longo prazo; menos etapas de transferência de energia; a não liberação de poluentes e seu reconhecimento como renovável. Nele, existem dois principais métodos de utilização, a energia fototérmica e a energia fotovoltaica.

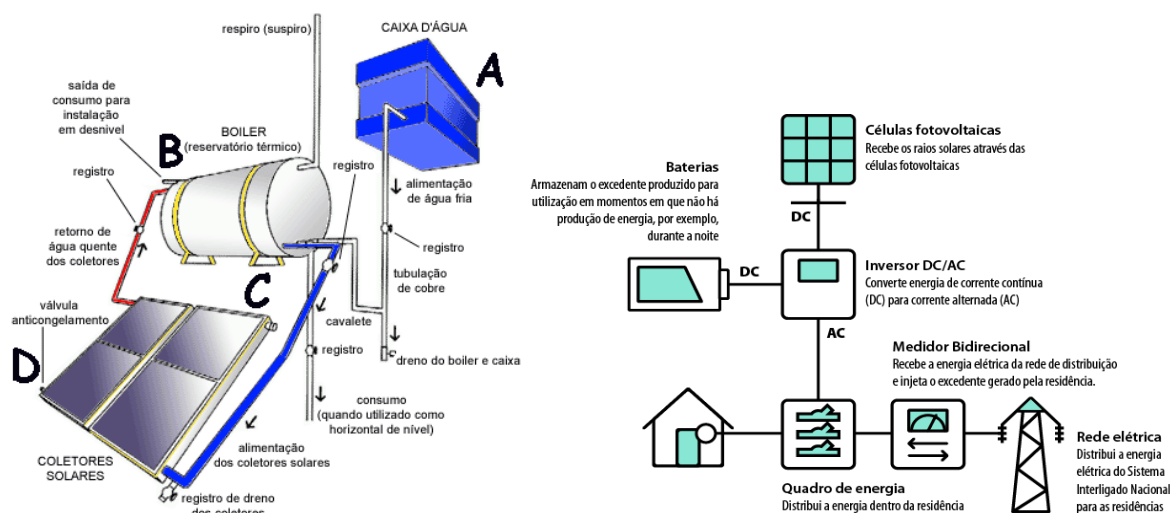
A energia fototérmica possui três vertentes: sistema de energia térmica de baixa temperatura - técnica de controle climático que envolve o resfriamento e o aquecimento do ar; sistema de energia térmica de média temperatura - sistemas de aquecimento solar das águas e sistema de energia térmica de alta temperatura - empregado na geração de energia elétrica em escala maior. Os raios solares são concentrados em um boiler por meio de espelhos e têm sua energia e temperatura mantida devido a ação de um líquido de alto desempenho térmico. Este fluido aquecido, logo é capaz de ser usado para transformar água em vapor e este, então, associado a uma turbina, gera eletricidade.

A energia fotovoltaica, por sua vez, tem como princípio a conversão direta de luz solar em eletricidade. Seguindo a linha de raciocínio do sistema isolado do sistema público de abastecimento de recursos, uma maneira de garantir que a demanda seja atendida sempre, independentemente da baixa na produção, é integrar o sistema à baterias que podem suprir, quando necessário, a solicitação faltante. Essa alternativa pode ser útil durante a noite ou em dias nublados ou chuvosos, onde a eficácia desse método é reduzida devido às condições climáticas.

Segundo ESENERGY (2019), o processo do efeito fotovoltaico resume-se da seguinte maneira: “A luz do sol que entra recebe um material semicondutor (normalmente silício) e solta os elétrons, colocando-os em movimento e gerando uma corrente elétrica que pode ser capturada com a fiação. Esta corrente é conhecida como eletricidade de corrente contínua

(CC) e deve ser convertida em eletricidade de corrente alternada (CA) usando um inversor solar”. Quanto a eficiência dos painéis fotovoltaicos, fatores fundamentais, segundo Souza (2019), são a porcentagem de energia da luz solar que o painel converte em energia elétrica por cada metro quadrado, a quantidade de insolação na região e a demanda energética.

Fig. 4 e 5 - Diagramas explicativos do sistema fototérmico e de geração de energia solar fotovoltaica;



Fontes: Soletrol Aquecedores Solares de Água (2009); SINIMBU (2019)

No âmbito financeiro, a proposta do efeito fotovoltaico permite rápida recuperação do investimento pois, se permitido por lei na localidade em que se encontra, a produção de energia excedente pode ser vendida à concessionária do serviço público responsável pela distribuição de energia elétrica, transformando, assim, a construção produtora em usina de escala reduzida. Caso a edificação com as devidas instalações seja legalmente impedida de vender sua produção extra e essa ainda tiver ligação com a rede pública, pode-se converter o saldo de energia elétrica em “bônus” girando o relógio de luz no sentido contrário ao usual.

No que diz respeito às intervenções dependentes do consumidor e posteriores à execução da obra, alternativas ativas para redução do consumo energético são boas opções a serem adotadas. Estas podem, inclusive, fornecer apoio a projetos já construídos que estão passando por adaptação aos quesitos de sustentabilidade. Alguns dos recursos disponíveis são a instalação de arejadores, bacias sanitárias de duplo fluxo e a internet das coisas.

Segundo o Instituto EcoBrasil (2020), arejadores (dispositivos que introduzem ar no fluxo tanto das torneiras quanto dos chuveiros) dão a sensação de maior volume de água. Segundo fabricantes, a torneira convencional dispensa de 5 a 10 litros de água por minuto, o arejador transforma esse valor em 1,8 litro/minuto provendo economia mínima de 60% no gasto de água. Chuveiros, responsáveis por 30% a 50% do consumo de água de uma residência, liberam, geralmente, de 10 a 30 litros de água por minuto. Reguladores de vazão

permitem ajustar a vazão da água para 8 litros/minuto, quantidade suficiente e mínima para se tomar um banho.

As bacias sanitárias de duplo fluxo, ainda de acordo com o Instituto EcoBrasil, permitem escolher entre 3 e 6 litros por operação, proporcionando economia de água superior a 60% no consumo anual per capita (10 mil litros de água) se comparado com aparelhos antigos que consumiam cerca de 18 litros de água por acionamento.

Os avanços tecnológicos abriram caminho para o desenvolvimento de sistemas tanto para preservar energia quanto para criá-la. A eficácia do desempenho de aparelhos domésticos é um fator importante. Esta, é medida por meio da relação entre a energia utilizada para a finalidade do sistema e a energia introduzida no sistema baseada na primeira lei da termodinâmica (princípio da conservação de energia). Um bom exemplo é a Internet das Coisas (IoT, na sigla em inglês) que é uma tecnologia que nos próximos anos, devido a seus grandes avanços, proporcionará serviços de nível avançado.

PEREIRA (2009), prevê que os certificados de eficiência energética sejam valorizados com o tempo pelos proprietários de residências, assim como ocorreu gradativamente com a exigência dos consumidores em relação ao desempenho energético dos eletrodomésticos. Este fator promete, futuramente, interferir no valor de mercado de domicílios certificados. Assim, verificou-se que a IoT pode ser uma ótima estratégia para garantir que a performance energética da edificação atinja níveis satisfatórios.

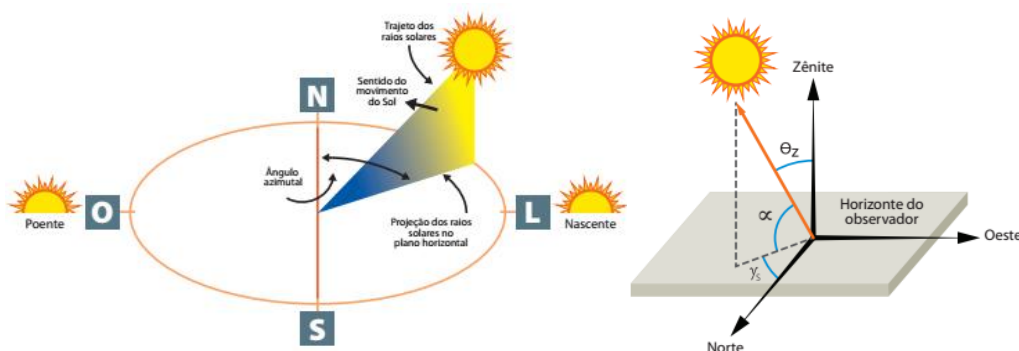
Sabe-se que essa proposta ainda assim consome energia elétrica, entretanto, seu propósito é bem definido e além de ser benéfico ao meio ambiente, proporciona maior conforto ao usuário. O diferencial da IoT é a ausência do papel humano na troca de dados entre dispositivos (que podem ser celulares, veículos automotivos, telefones e outros elementos) através da conexão com a internet. No setor residencial, o sistema inteligente realiza a maioria das tarefas diárias, como abrir a porta automaticamente, acender as luzes de acordo com a movimentação percebida pelos sensores de movimento (evitando desperdícios), manter a temperatura da casa agradável (evitando gastos energéticos excessivos com o uso não racional do ar condicionado), entre outros.

Apesar das muitas escolhas pontuadas se relacionarem diretamente ao futuro usuário da casa, muitas delas dependem do arquiteto contratado e, a eficiência do sistema num todo, dependerá de suas decisões tomadas na fase projetual da obra. Estratégias passivas, livres do uso de energia elétrica, para a redução do consumo energético, se corretamente aplicadas, são eficientes e desempenham diversas funções.

Priorizar a orientação da edificação nos estudos de implantação é muito importante, pois se esta estiver bem orientada, viabiliza-se a possibilidade de evitar o uso de luzes

artificiais e ar condicionado ao longo do dia e, ainda assim, assegurar conforto visual e térmico por meio da exploração das muitas possibilidades de iluminação e ventilação naturais. Ao estudar a melhor orientação solar, a meta é ganhar calor apenas quando desejado.

Fig. 6 e 7 - Trajeto dos raios solares e ângulo azimutal e Diagrama – orientação solar passiva; respectivamente

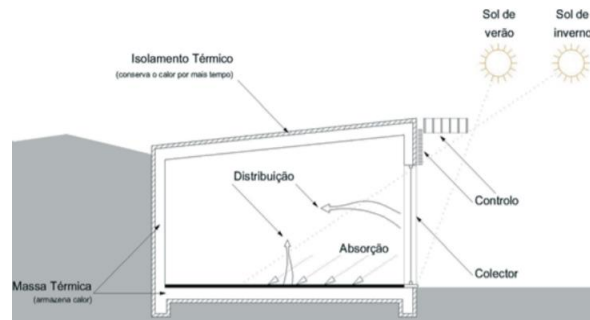


Fonte: FLANDOLI ; Thegeda Estúdio de Arte (2017)

Algumas estratégias beneficiam não somente a redução de incidência solar direta, mas também a estética do projeto, alguns exemplos são os telhados ou beirais prolongados, coberturas verdes, *brises soleil*, elementos vazados, chaminés de luz, claraboias, tetos reflexivos (favorecendo o uso de cores claras) e materiais translúcidos maximizam o potencial da iluminação natural e até mesmo a própria vegetação do paisagismo do entorno imediato podem sombrear as aberturas sem impedir a entrada completa da luz, por exemplo, árvores com folhas caducas que permitem a incidência do sol desejável no inverno, quando suas folhas tendem a cair. Essas questões decorativas certamente devem ser consultadas com o cliente, entretanto, de todas as maneiras, se demonstram como soluções interessantes para que sejam adotadas.

Outro método para controlar os ganhos de calor é o aquecimento solar passivo, que reduz o aquecimento e cargas de resfriamento do edifício na medida que se faz necessário. Pode ser anexado um material (podendo ser ele alvenaria, terra batida ou outros) às paredes com capacidade de absorver e armazenar energia para depois liberar quantidades significativas de calor. Para que esse método seja eficiente devem ser considerados elementos como isolamento térmico, controle solar, captação, armazenamento e distribuição de calor (PINTO e DIAS, 2015).

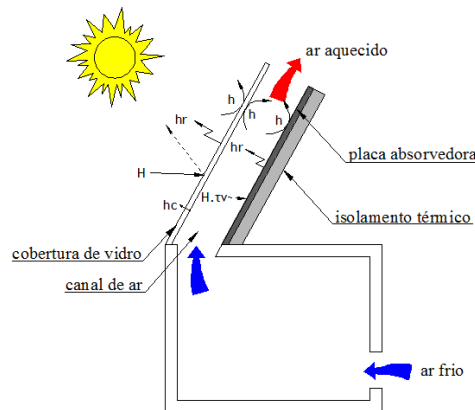
Fig. 8 - Elementos que constituem o aquecimento solar passivo



Fonte: PINTO e DIAS (2015)

Para atingir conforto térmico nas residências sem demandar energia elétrica, as chaminés solares são sistemas cabíveis, é por meio destas que se realiza o resfriamento passivo nos ambientes internos. Há muitas vantagens que essa alternativa apresenta: baixo custo de produção e de construção, exige pouca manutenção e mão-de-obra não especializada, entretanto, deve ser adaptada às condições ambientais específicas. Esse método passivo de ventilação conta com o ciclo convectivo do ar, pois o ar quente, mais leve, sobe e arrasta o ar frio, mais pesado, propiciando um movimento de ar no interior da casa. Segundo NEVES (2012), o coletor solar da chaminé funciona pelo princípio do efeito estufa: o calor entra, mas não consegue sair, causando a elevação da temperatura do ar.

Fig. 6 - Corte esquemático de uma chaminé solar inclinada



Fonte: NEVES (2012)

Para ilustrar o aspecto prático da pesquisa, investigou-se um estudo de caso localizado na Granja Viana - São Paulo, onde foram construídos 700m² projetados pelo Atelier O'R em 2018. A Casa ITT, recebeu o Prêmio Saint-Gobain de Arquitetura Habitat Sustentável 2020 – Modalidade: projeto residencial, por seu bom exemplo quanto à gestão ecológica eficiente. O planejamento da obra demonstrou-se essencial para que fosse bem-sucedida, portanto, estudou-se desde a logística do canteiro de obras, até a viabilidade econômica.

O projeto paisagístico prevê elementos que melhoram as trocas de calor, evitam uso excessivo de água e energia elétrica (iluminação com lâmpadas de LED), e são constituídos por materiais ecologicamente certificados, contando também com irrigação automatizada por gotejamento, vegetação heterogênea que apresenta diversas funções (plantio de 153 árvores) que configuram pomar e horta; e utilização de pisos drenantes. Importante destacar que o uso da madeira atingiu 113,66 toneladas do material nessa obra, conferindo o resgate de 193,23 toneladas de CO₂ da atmosfera.

Fig. 8 – Imagem Casa ITT



Fonte: Atelier O'Reilly (2020)

Como já comentado, a gestão e fidelidade ao conceito são tão essenciais quanto a coletividade na tomada de decisões. Assim como cada cliente é único, para atender as necessidades destes, cria-se projetos diferentes entre si. Desta maneira, de acordo com as constatações, existem sistemas adotados com mais frequência devido a seu bom desempenho de maneira geral e como pode-se verificar no estudo de caso apresentado surgem especificações decorrentes da localidade, metas e custos. A importância do exemplo apresentado deve-se à demonstração numérica de alguns dos impactos positivos maximizados pelo viés sustentável declarado no projeto e boas soluções estéticas que se adaptam adequadamente aos sistemas alternativos projetados.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entende-se que ser sustentável significa atender as necessidades da geração atual sem prejudicar as gerações futuras. Dessa forma, atribui-se o termo edificação “ecológica” ou “verde” ao tratar de projetos de arquitetura em que o consumo de energia, água e demais recursos é eficaz, como é o caso do objeto de estudo em questão. Há muitas definições desse conceito que interessam para a pauta, a da Comissão Brundtland (1987) afirma que é “aquela

que satisfaz as necessidades do presente, sem comprometer a capacidade das futuras gerações de satisfazer suas próprias necessidades”, já a Foster + Partners (1999) declarou que é “a criação de edificações eficientes do ponto de vista energético, saudáveis, confortáveis, de uso flexível e projetados para terem uma longa vida útil”.

O conceito é muito amplo, entretanto, para que seja adotado como princípio norteador entre a relação da indústria da construção civil com a natureza e desta com a sociedade, surge um outro fator importante, que é o papel que os profissionais da área devem assumir, o de efetivamente orientar seus clientes para as questões aqui colocadas. Passar a perceber que o cuidado com o ambiente é uma necessidade, não apenas para as gerações futuras, mas também para as do presente demonstra-se como fundamental. Dois aspectos são relevantes para que o profissional da construção civil possa ser promotor da adoção, pelo mercado, dessa nova proposta de construção: o primeiro é que ele acredite na qualidade desta e, segundo, que se habilite a não se render às exigências contrárias do mercado.

Segundo Hawken, Lovins e Lovins (2000), se cada engenheiro fosse responsável pela produção de equipamentos de vinte a cinquenta por cento mais eficientes, a sua produção em 30 anos de carreira, geraria uma significativa economia de dinheiro (de 6 a 15 bilhões de dólares por profissional), além de outras reservas financeiras. De acordo com os autores, isso justifica um investimento melhor na formação desses profissionais, dado que os lucros seriam de, no mínimo, cem vezes o desembolsado. Eles levantam a premissa de que, depende também, da capacidade do edificador fazer com que o investidor note a vantagem no modelo de construção que respeita o ambiente de vida de todos os seres vivos e a conservação dos componentes do ambiente natural e construído.

Os resultados de obras desse caráter podem ser compreendidos no âmbito político-social, mostrando-se uma solução viável para parte das problemáticas habitacionais, pois muitas das tecnologias estudadas e aplicadas na construção dos modelos sustentáveis atuais, podem ser adotadas por programas habitacionais para populações carentes, tanto em área rural quanto urbana. Além disso, o benefício ecológico e lucrativo a longo prazo é incentivo para o fortalecimento desse viés arquitetônico.

A arquiteta Jane Tassinari Fantinelli (2006) afirma que cabe ao poder público divulgar e tornar a tecnologia de placas fotovoltaicas para geração de energia elétrica renovável mais acessível, principalmente para as famílias de baixa renda. Ela defende o uso de sistemas termo-solares por famílias desfavorecidas na distribuição de renda. Há falta de incentivo governamental para a adesão de energias renováveis, mas apesar disso, identificou-se o Projeto Sapucaias - primeira experiência monitorada de instalação de sistemas de aquecimento solar para a água de banho em área urbana no Brasil -, que foi colocado em

prática ao longo de cinco anos junto a 100 famílias do município de Contagem (MG) e financiado pela Eletrobrás.

São ações assim que envolvem parcerias entre engenheiros civis, arquitetos e o governo que ajudam na promoção de construções sustentáveis e seu bom desempenho. Para que a edificação tenha uma boa performance, é necessário que o usuário compreenda como utilizar adequadamente do espaço e o motivo de se apegar a essas práticas, quais seus benefícios atuais e futuros. Uma residência equipada pode não ser eficiente se manipulada incorretamente, por isso, ao longo do texto inúmeras vezes se salientou qual o papel do consumidor frente a esses sistemas, mas o impasse se encontra na fase prática. A falta de orientação e compreensão, não só de como manejar as instalações, como também do porquê aderir a elas é o maior problema atual.

Sabe-se que a transformação das propostas de projeto é um processo constante e está em franco desenvolvimento, mas se restringe a apenas uma parte dos envolvidos, ou seja, a consciência sobre as novas premissas desse mercado e sua tendência é quase que totalmente de domínio intelectual apenas dos profissionais. Entretanto, levar em consideração que no pós-obra parte dessa responsabilidade passa ao consumidor é essencial, e é exatamente neste ponto que o novo papel do arquiteto se faz necessário. A fase projetual deve iniciar num momento anterior à concepção da obra em si, esta deve partir da preocupação em passar ao usuário o entendimento da importância e significado da construção sustentável, a qual ele fará uso posteriormente.

Para que as obras futuras ecologicamente profundas funcionem - de acordo com a já citada classificação de Adam (2001) - é necessário transformar a mentalidade do futuro usuário para garantir que ele seja um consumidor consciente como sugere o Instituto Akatu (2007). Seguindo esta linha de raciocínio, é onde surgem as chamadas *Net Positive Minds*. Para atingir esse estágio de ciência no tocante à sua própria residência unifamiliar sustentável, sugere-se que profissionais da indústria da construção civil e instituições públicas se engajem no trabalho psico-social para favorecer este mercado essencial. A publicação de campanhas com vídeos didáticos e painéis explicativos, educação ambiental no período escolar, promoção de palestras orientadoras possivelmente em eventos direcionados ao tema, práticas exemplares por parte dos interessados em incentivar condutas ecológicas e a divulgação destas são algumas das alternativas que podem ser aplicadas para auxiliar o processo de construção das *Net Positive Minds*.

É na fase projetual onde são possíveis a implementação de modificações que suprirão necessidades da edificação, questões práticas devem ser consideradas desde o início da concepção de ideias. Em adição ao momento antecedente de trato com os usuários, durante

a concepção do projeto, deve-se desenvolver um plano de execução detalhado que avalie a responsabilidade social deste para garantir que os objetivos sejam atingidos com êxito. Segundo Pereira (2009), a construção sustentável deve apresentar: gestão sustentável da implantação do projeto; ocupação mínima de terreno e integração ao entorno natural; não gerar ou diminuir impactos na adjacência (paisagem, ventilação e temperatura), adequando às necessidades contemporâneas e futuras dos usuários; consumo mínimo da quantidade de energia e de água na implantação; uso de matérias-primas ecoeficientes; produzir o mínimo de resíduos e contaminação; sistemas de aquecimento solar de água (AQS); tratamento de águas residuais, que utilizam os sistemas de filtros e drenagem que reduzem o consumo e eficiência energética (aproveitamento de fontes de energia renováveis). Vale lembrar que o bom desempenho da arquitetura sustentável depende não só da qualidade projetual e métodos incorporados, como também, do engajamento de seu consumidor.

4. REFERÊNCIAS

AGOPYAN, Vahan; JOHN, Vanderley M. *O desafio da sustentabilidade na construção civil*. Brasil: Editora Blucher, 2010-2011. 5v.

ATELIER O'REILLY. ITT House – Saint Gobain Award 2020 – 7th Edition São Paulo, 2020. Disponível em: <<http://atelieroreilly.com.br/?p=5360&lang=en>> Acessado em: 22 dez. 2020.

CAVALCANTI, Fernando Sá. *Parede trombe proporciona conforto térmico às edificações*. Redação AECweb, 2020. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/parede-trombe-proporciona-conforto-termico-as-edificacoes/11449>> Fernando Sá Cavalcanti. Acesso em: 04 set. 2019.

EDWARDS, Brian. *O guia básico da sustentabilidade*. Brasil: Editora Gustavo Gili, 2009.

GOULART, Solange. *Sustentabilidade nas Edificações no Espaço Urbano*. Santa Catarina, Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, UFSC, 2015. Disponível em: <http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/ECV5161_Sustentabilidade_apostila_0_0.pdf>. Acesso em: 05 ago. 2020.

GRAND, Zoe Le; KORNGOLD, David; NORRIS, Gregory. *Helping business put back more than it takes out* Net Positive Project, 2018. Disponível em: <<https://www.netpositiveproject.org/>> Acessado em: 22 dez. 2020.

HILL, Graham; O'NEIL, Meaghan. *Ready, set, green: eight weeks to modern eco-living from the experts at TreeHugger.com*. Estados Unidos da América: Editora Villard Books, 2008.

INSTITUTO ECOBRASIL. *Arquitetura Sustentável: Boas Práticas - Água*. Itaquaquecetuba, 2012. Disponível em: <<http://ecobrasil.eco.br/30-restrito/categoria-conceitos/1099-arquitetura-sustentavel-boas-praticas-agua>>. Acesso em: 20 mai. 2020.

JUNIOR, Rubens Martins; MARTINS, Márcia Viana Lisboa. *Dimensionamento de Filtro de Areia para Tratamento de Água Cinza do Bloco*. Revista Brasileira de Energias Sustentáveis, v.5, n.3, p.356-363, 2016.

LEONTIEV, Artiom. *Internet of Things*. Research Gate, Romênia, 2020. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/338800538_Internet_of_Things>. Acesso em: 13 fev. 2020.

NEVES, Leticia de Oliveira; RORIZ, Maurício. *Procedimentos estimativos do potencial de uso de chaminés solares para promover a ventilação natural em edificações de baixa altura*. Ambiente construído, vol.12 no.1 Porto Alegre, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212012000100012>. Acesso em: 12 mar. 2020.

NEVES, Letícia de Oliveira. *Chaminé solar como elemento indutor de ventilação natural em edificações*. Dissertação (Pós-Graduação em Arquitetura, Tecnologia e Cidade)-UNICAMP, Campinas, 2012.

NEVES, Letícia de OLiveira; DA SILVA, Fernando Marques. *Análise paramétrica de chaminés solares visando a otimização de desempenho em climas típicos do território brasileiro*. Ambiente construído, Porto Alegre, v.17, n.1 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212017000100163>. Acesso em: 18 mar. 2020.

PEREIRA, Patrícia Isabel. *Construção sustentável: o desafio*. Monografia (Graduação em Engenharia Civil)-Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2009.

PINTO, Alberto Reaes; DIAS, Bruno João Simões Duarte. *Aquecimento solar passivo : ganhos diretos, indiretos e isolados*. Revista Arquitectura Lusíada, n. 7, p. 77-92, jan. 2015. Disponível em: <http://repositorio.ulusiada.pt/bitstream/11067/3400/1/ral_7_6.pdf>. Acessado em: 2 mar. 2020.

SANGUINETTO, Evandro. *Design ecológico: projetando e construindo tecnologias vivas para o tratamento de efluentes domésticos com reúso das águas*. Dissertação (Pós-Graduação em Meio Ambiente e Recursos Hídricos)-Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2018.

SCHERER, Minéia Johann; FAGUNDES, Renata Magalhães; LEMOS, Paulo Rogério. *Tratamento de efluentes com sistema de zona de raízes: estudo de caso em residência rural*. 2º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul, 2010. Disponível em: <https://siambiental.ucs.br/congresso/getArtigo.php?id=7&ano=_segundo>. Acesso em: 10 abr. 2020.

SOUZA, Eduardo. *Como a energia fotovoltaica funciona?* ArchDaily Brasil, 2019. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/926183/como-a-energia-fotovoltaica-funciona>>. Acesso em: 30 nov. 2019.

THOUGHT FORMS. *LEED Overview: A Net Positive Home* Massachusetts, 2003-2020. Disponível em: <<http://thoughtforms-corp.com/sustainability/leed-overview-a-net-positive-home>> Acessado em: 22 dez. 2020.

TOLEDO, André. *Como fazer o tratamento de águas cinzas?* Botucatu, Canal Thaunon, 2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=BXiUp_f7OAM> Acessado em: 18 jun. 2020.

Contatos: paola.filocomo@hotmail.com e pauloroberto.correa@mackenzie.br