

ARQUITETURA VIVA E SUA APLICAÇÃO NO CONTEXTO: URBANO, RURAL E TECNOLÓGICO

Caroline Florio Gadiolli (IT) e Guilherme Antônio Michelin (Orientador)

Apoio: PIBITI Mackenzie

RESUMO

A pesquisa aqui apresentada consistiu na investigação por técnicas, estratégias, percepções e, principalmente, soluções de uma arquitetura menos degradante ao seu meio, e mais coerente com o espaço a qual será implantada. Com o foco central na área da construção sustentável, foram utilizados dois grandes referenciais teóricos para análise e compreensão destes dois diferentes contextos, urbano e rural, os quais apresentam comportamentos variados, principalmente, nos âmbitos ambientais e sociais. Para orientação urbana, o livro de Johan Van Lengen implicou em uma reflexão mais crítica sobre a problematização de medidas gestacionais vinculadas a sustentabilidade em grandes centros urbanos, como também, mostrou as oportunidades e diretrizes de torná-los mais acessíveis, íntegros e funcionais na era contemporânea. Lengen também introduz novas tecnologias adotadas em urbanismos modelos, estabelecendo por meio quantitativo, as principais estratégias utilizadas que visam a diminuição de poluentes e desperdícios em metrópoles. Já para a orientação rural, o livro de Douglas Farr exprime as possibilidades construtivas a partir da identidade cultural do lugar, respeitando precipuamente: ao clima, a tradição local, a região, materiais e técnicas existentes, sem anular a visão perceptiva de uma nova ideologia de vida e construção, principalmente, relacionando a permacultura e a bioarquitetura como fontes primitivas e eficazes, criando através delas uma interação da natureza e do homem em um mesmo espaço.

Palavras-chave: Urbano, Rural, Construção Sustentável.

ABSTRACT

The scope of this research consists of the investigation by techniques, strategies, perceptions and, mainly, solutions of an architecture less degrading to its environment, and more coherent with the space to be implanted. With the central focus in the area of sustainable construction, two major theoretical references were used to analyze and understand these two different contexts, urban and rural, which present varied behaviors, mainly in the environmental and social spheres. For urban orientation, Johan Van Lengen's book implied a more critical reflection on the problematization of gestational measures linked to sustainability in large urban centers, as well as showing the opportunities and guidelines to make them more accessible, integral and functional in the era contemporary. Lengen also introduces new technologies

adopted in model urbanism, establishing by quantitative means, the main strategies used that aim to reduce pollutants and waste in metropolises. As for rural orientation, Douglas Farr's book expresses constructive possibilities based on the cultural identity of the place, respecting in particular: the climate, the local tradition, the region and existing materials and techniques, without canceling the perceptive vision of a new ideology of life and construction, mainly, relating permaculture and bioarchitecture as primitive and effective sources, creating through them an interaction of nature and man in the same space.

Keywords: Urban, Rural, Sustainable Construction.

1. INTRODUÇÃO

Um dos maiores problemas ambientais e sociais já enfrentados na era contemporânea é a consolidação de grandes metrópoles e centros urbanos. A consolidação formal, com seus fatores construtivos e materiais, não é o único fator a ser observado e deve ser analisado em paralelo à consolidação dos pensamentos humanos sobre o meio a qual vivem, suas ideologias, relações sociais e culturais. É preciso entender também as problemáticas vivenciadas cotidianamente nos ambientes de ocupação humana, que vão além apenas das relações urbana e rural, mas devemos olhar para os ambientes de ligação entre elas, que alguns autores como Johan Van Lengen e Douglas Farr denominam de periurbano ou rurbarano (rururbanos). Neste sentido, começamos a entender como a falta do planejamento urbano é resultado dos extensos problemas sociais, culturais e ambientais em todas suas complexidades de relações.

Para que a humanidade possa continuar evoluindo de forma sustentável, um grande esforço vem sendo realizado a nível mundial, capitaneado pela Organização das Nações Unidas - ONU, que lançou os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), durante a Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável em setembro de 2015. Os ODSs são uma agenda mundial composta por 17 objetivos e 169 metas a serem atingidos até 2030, e trazem diretrizes para desenvolvimento de um projeto comum a toda a humanidade, visando a erradicação da pobreza e proteção do planeta, garantindo prosperidade a todos. Os ODSs foram desenvolvidos com base em conceitos-chave como inclusão, integração e universalidade, e compõe um projeto comum, deve ser compartilhado pelos governos, pelo setor privado, para a sociedade civil e até mesmo para cidadãos individualmente considerados. (ONU, 2015, UNESCO, 2017)

Apesar de serem pensados de forma ampla e integrada, alguns destes objetivos estão mais ligados à área da arquitetura e construção, direta ou indiretamente, como aqueles ligados à água potável e saneamento, energia limpa e acessível, Cidades e comunidades sustentáveis, consumo e produção responsáveis, ação contra a mudança global do clima, vida terrestre e parcerias e meios de implementação.

O objetivo central desta pesquisa foi sendo construído no sentido de investigar técnicas, estratégias, percepções, soluções, demandas e, principalmente, as dificuldades da implantação de medidas ecológicas na arquitetura, entendendo todo seu contexto estrutural e cultural já existente, assimilando também, a filosofia individual e o atual modo de vida das pessoas com o planeta ou o meio a qual vivem.

Como, na contemporaneidade, as habilidades relacionadas a tecnologia, inovações e soluções integradas vem ganhando cada vez mais espaço e de forma cada vez mais rápida, algumas perguntas foram surgindo, por exemplo: como podemos usar esses recursos, em diferentes contextos, para que a sustentabilidade atinja, de maneira acessível e neutra, centros urbanos e rurais com eficiência? Ou então, o que podemos fazer para que de fato as metodologias sustentáveis aplicadas à arquitetura comecem a ser replicadas, pensadas e incorporadas na vida cotidiana?

Para contribuir nesta discussão, partiu-se para Investigação de técnicas sustentáveis que poderiam ser aplicadas em edificações, proporcionando uma diminuição no consumo de energia, reutilização da água pluvial, aproveitamento de características climáticas, uso da iluminação natural de acordo com as diretrizes da edificação e ao estímulo de materiais sustentáveis, ecológicos, recicláveis, de fácil transporte e fabricação local, que resultem em conforto térmico e acústico.

Neste sentido, dentro dos conceitos de sustentabilidade pesquisados, desenvolveu-se a ideia dos experimentos a partir de protótipos de tijolo de Adobe, com incorporação de materiais considerados sustentáveis, para na sequência estudarmos suas qualidades técnicas e ambientais, por fim comparando os dados obtidos entre si, e com um tijolo referência executado de forma tradicional.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Com o êxodo rural estimulado pela revolução industrial, o processo migratório para centros urbanos acarretou um aumento populacional feroz e desordenado, fazendo com que a expansão territorial se configurasse de forma improvisada, resultando em instalações periféricas e um afastamento das zonas com maiores infraestruturas. Essa falta de acesso promoveu uma necessidade maior de locomoção, exigindo cada vez mais estrutura viária e infraestrutura para o automóvel, ocultando o maior protagonista das cidades, o ser humano.

“Reduzido aos seus princípios mais básicos, o urbanismo sustentável é aquele com um bom sistema de transporte público e com a possibilidade de deslocamento a pé integrado com edificações e infraestrutura de alto desempenho” (FARR, 2010, p. 26)

Apesar de ser uma solução inovadora e de grande interesse para a época, permitindo a mobilidade e liberdade para os usuários, essa infraestrutura desenvolvida para o automóvel,

trouxe consequências posteriores muito ruins para os núcleos urbanos, como uma grande perda de áreas permeáveis, piora na sensação térmica, poluição do ar e a produção de gases nocivos na atmosfera. Junto ao aumento da densidade populacional, houve também o aumento da necessidade de produção de alimentos e infraestrutura de transporte do local de produção até o consumidor final. Desta forma, a agricultura também precisa ser considerada, hoje em dia, um grande problema urbano, pois para atender essa demanda populacional, grandes produtores utilizam pesticidas e agrotóxicos para uma produção maior e com menos desperdício. Contudo, essas substâncias aplicadas promovem tanto degradação ambiental, como também mortes de espécies animais e riscos à saúde humana ao longo prazo. Sobre isto, Pollan (2010), diz que a *“comida norte-americana pinga combustível fóssil, refletindo tanto o alto consumo de energia do agronegócio quanto a distância estimada de 2.390 km pela qual um prato de comida precisa ser transportado nos Estados Unidos”*.

Essa cultura desenvolvida para altas produções, com plantios repetitivos (monoculturas) e crescimento de grandes latifúndios proporciona preço de oferta atrativos, oferecendo à população um alimento normalmente bonito e barato, mas duvidoso, além de trazer risco à possibilidade de renda para pequenos agricultores, dificultando sua permanência no campo.

Em contraponto a isto, diversos estudos e propostas vêm sendo realizadas pensando na produção de alimentos dentro da cidade ou próximo ao consumidor final, como por exemplo a implantação de Coberturas verde, Hortas Caseiras e Estufas caseiras, no contexto individual, ou no contexto regional ou de bairro através de Agricultura Urbana realizada em jardins, pomares e estufas comunitárias, implantação de jardins comestíveis e fazendas urbanas verticais.

A implantação destas soluções de forma intensa implicaria num acesso a alimentação de melhor qualidade a todos, trazendo diversos benefícios à população, conforme indicado por Peemoler e Slama (2010):

Alimentos de boa qualidade são vitais à saúde pública de uma população. Os benefícios econômicos dos sistemas de alimentação baseados na comunidade revertem na criação de empregos e mercados autossustentáveis. Os benefícios ambientais incluem a economia no consumo de energia, a água e o ar mais limpos e a recuperação do solo. Os benefícios comunitários incluem a segurança dos alimentos, a melhoria da saúde da população, o embelezamento dos bairros e o reforço dos vínculos entre as pessoas e a Terra. (PEEMOELER, SLAMA, 2010, p.180).

Outro grande problema relacionado as distâncias é a polarização de serviços. Atualmente, as concentrações de emprego, entretenimento e diversidade lojistas, estão concentradas no centro das metrópoles ou em centralidades esparsas, fazendo com que o ato de caminhar deixa de ser possível e estimulado. Uma mudança de paradigma para essa situação é necessária, de forma a fragmentar esses polos de comércio e serviço em diferentes bairros e vilas, criando lugares mais autossuficientes, com estrutura mais desenvolvida, vinculados ao contexto histórico e cultural adequado a cada região.

Segundo Harriet Tregoning, diretora de Empreendimento Urbano, Comunidade e Meio Ambiente de Maryland, há alguns parâmetros para que se possa atingir cidades mais inteligentes e sustentáveis:

Crie uma gama de oportunidades e escolhas para habitação; crie bairros caminháveis; estimule a comunidade em projetos; promova lugares particulares e atrativo; promova um urbanismo factível, econômico e justo; misture uso de solos; preserve a natureza, espaços abertos e culturais; proporcione uma variedade de transportes; direcione a urbanização para comunidades já existentes; Tire proveito do projeto de construções compactas; (TREGONING, 2010, p. 16)

No entanto, diferente de áreas rurais e locais mais afastados das cidades, os centros urbanos já possuem uma configuração de glebas, lotes, de traçado viário e de edifícios já existentes e normalmente consolidados, de forma que a criação de um projeto mais ecologicamente amigável encontra maiores dificuldades de implantação de forma integral, com aproveitamento dos recursos naturais ou humanos de seu entorno imediato. Dessa forma, há que se pensar em soluções alternativas, como o uso da tecnologia nas edificações e no espaço, ou a mudança de paradigma do modo de viver (ou sobreviver) nos grandes centros urbanos.

Antigamente, os edifícios possuíam gabaritos menores, os apartamentos não eram tão equipados, poucos possuíam circulações verticais mecanizadas, e muito menos estacionamentos. As pessoas se movimentavam, subiam e desciam escadas de forma mais natural, além de se apropriarem dos espaços públicos, caminhando para chegar ao seu destino, e a buscando entretenimentos em espaços abertos, numa dinâmica de proximidade dos serviços e da própria comunidade.

Com o passar dos séculos, a estrutura e contexto sociais naturalmente evoluíram, mas a contemporaneidade tem trazido à tona algumas questões prejudiciais à vida comunitária saudável, como a perda do sentimento de pertencimento dos espaços públicos, a diminuição

de áreas verdes, o aumento das distâncias para acesso a serviços de primeira necessidade, juntamente com o tempo gasto para os deslocamentos diários. Junto com os problemas de insegurança pública, isso tem refletido numa diminuição de uso de espaços externos, ocasionando um apego maior por nossos lares e ambientes internos. Esse crescimento pela demanda de edifícios completos e com infraestrutura de lazer similar a um clube, trouxe cada vez mais o conforto para o morador, mas também uma negação do uso a cidade. Esse aumento populacional conferiu uma verticalização de moradias, juntamente com muros altos e barreiras físicas, segregando a própria vizinhança em relação ao espaço. Atualmente, as glebas estão cada vez mais fechadas, com projetos egocêntricos e individuais, impedindo transparência e fluidez na caminhabilidade da população. Segunda Farr (2010): “Não apenas somos sedentários, mas escolhemos uma vida que se limita cada vez mais a ambientes fechados” (FARR, 2010, p.5)

Essa aparente situação de conforto e segurança desta tipologia de habitação moderna vem implicando de forma negativa na saúde da população, como podemos ver no aumento de casos de doenças ligadas a obesidade, hipertensões e problemas mentais, como a depressão. Por isso, trabalhar para desenvolvimento de uma cidade cada vez mais mais amigável e sustentável é fundamental para nossa sobrevivência.

Isso traz à tona a discussão sobre a importância dos espaços de relações sociais e da zona de conforto próximos onde moramos, o que de fato é um bairro e a sua verdadeira importância no contexto atual. Segundo Victor Dover e Jason King, “um bairro tradicional atende todas as necessidades, sejam elas: de habitação, locais de trabalho, centros comerciais, funções cívicas, culturais, praças, equipamentos públicos, entre outros. Todos elas de forma compactas e completas, sustentáveis e agradáveis.” (DOVER, KING, 2010). Contudo, um bairro ideal ultrapassa essas funções exigidas e são sensíveis as situações existentes e as suas individualidades, tais como: costumes regionais, clima, topografia e a própria essência do lugar, Genius Loci. Com isso, o dinamismo e a diversidade são os principais fatores que levam um bairro a ser atrativo e a possuírem uma base sólida de recursos, e de infraestrutura.

Mas a construção das cidades, há algum tempo, está intimamente ligada aos maiores produtores de dióxido de carbono: a construção civil, o transporte e a indústria. Para 2030 há uma previsão que edifícios, comerciais e residenciais, comecem a ser autossuficientes, consumindo menos energia e liberando menos Co2, a partir de onde conseguiremos utilizar mais as potencialidades dos recursos naturais, como também de materiais e novas tecnologias. Existe um novo termo que está sendo muito pensado e incluído nas cidades, a

“Infraestrutura de alto desempenho”, uma proposta que visa otimizar o meio urbano com gestões de planejamentos mais eficientes e sustentáveis.

Neste sentido, os selos de sustentabilidade, como os LEEDs aparecem como grande identidade e influência em diversos projetos de edificações, bairros e cidades sustentáveis. Além de normativa, o LEEDs avalia e acompanha o projeto em todo seu processo, desde seu início até sua concepção final. Enfatizando prioritariamente a relação da obra com seu entorno, os materiais utilizados, a gestão da obra, os índices de poluição, de desperdício, o transporte e a própria condição trabalhistas dos funcionários. Seguindo estes protocolos, apresenta sistema de certificação, bonificação e oportunidades comerciais entre os profissionais acreditados, abrangendo outras áreas além da arquitetura e urbanismo, LEEDs visa atingir o setor privado e a interdisciplinaridade entre profissionais, acreditando que a integralidade é o segredo para espaços de alto desempenho e de possibilidades construtivas.

Afastando-se dos centros urbanos, uma das maiores qualidades presentes em áreas mais afastadas de centros ou grandes cidades, é a liberdade e criatividade construtiva. Quando iniciamos um projeto, temos que levar em conta diversos fatores: insolação, ventilação, topografia, materiais, entorno, contexto, forma, acessibilidade, sustentabilidade, entre outros. Ao tratarmos de implantações em meio a natureza, podemos usar suas potencialidades a favor da edificação e da comunidade ao seu redor, a partir de algumas estratégias e soluções ecológicas, usando os recursos naturais como fonte primária para a construção, moradia e ciclo energético limpo.

Um sistema de planejamento muito conhecido e utilizado para isto é a Permacultura, que busca incorporar em seus fatores construtivos materiais sustentáveis e a prática da cultura local. A principal linha de pensamento dessa ideologia é tratar o meio, a edificação e os habitantes como um sistema ou um ciclo único, ou seja, tratar a moradia não como forma de energia dissipada, mas organizada, e através dela, servir de combustão para o desenvolvimento de diversas outras tarefas humanas.

Neste sistema, a decisão de como será uma edificação a ser construída em cada local depende de uma análise mais holística do meio e das pessoas que nele habitam, dos seus saberes e relações sociais.

Por exemplo, a definição da cobertura de uma edificação. Ela pode ser coberta com telhas, mas também em sapê ou folhas. Sua estrutura de apoio pode ser em madeira, tradicional, mas também pode ser executada em bambu, um material muito versátil, com excelente funcionamento estrutural, mas que demanda um domínio da técnica e do material.

Como exemplo do conhecimento dos métodos sobre o bambu, ele pode ser modelado para diferentes usos e funções. Para a fabricação de esteiras, taquaras, divisórias ou pisos elevados, é necessário a planificação do bambu, com isso, ele precisa ficar de molho na água, após o processo de amolecimento, faz-se um corte de comprimento de ponta a ponta, tiram-se os nós internos, e por fim são estirados sob um peso. Geralmente, eles são usados como ripas de 1.50 metros de comprimento por 50 cm de largura como tranças no processo de painéis, dependendo das condições climáticas, podem ser mais rígidas ou mais frouxas para passagem de ventilação. Após essa etapa, os painéis são pintados com uma mistura de barro, cal e sumo de cactus e moldados e reforçados com ripas. Outra opção também, é a utilizar do bambu como ripas de suporte para receber o revestimento (uma mistura de barro e palha picada), excelente isolante térmico, e finalizando com cal.

Assim como o bambu, as folhas, principalmente de bananeira e palmeira, podem auxiliar em composições arquitetônicas ecológicas, como: coberturas, esteiras e divisórias. O processo consiste basicamente em cortar suas extremidades, e a folha ao meio, depois, basta começar a trançar aproveitando a haste como suporte, a amarração entre as folhas pode ser feita com fios de bambu. Com algumas palmeiras, conseguimos formalizar uma casa usando sua integralidade. As folhas como cobertura, o talo como amarração, o tronco como: esteiro, vigas, e ripas de sustentação.

Outras análises devem ser feitas em relação ao clima onde a edificação será implantada. Se for um clima tropical úmido, por exemplo, os pisos mais adequados são: pedras, tijolo cerâmica ou cimento, pois são materiais frescos, fáceis de serem limpos com água, e os insetos não se alojam.

Um dos maiores desafios dos arquitetos, atualmente, é fazer um projeto modificando o mínimo possível de seu terreno original, e quando o assunto é materiais naturais, o desafio aumenta, pois além da responsabilidade ambiental, há a segurança social. Se olharmos os projetos do Marcos Acayaba, veremos que ele utiliza muito a topografia como soluções e inovações para desenvoltura de suas obras. Outro fator muito único também, é a investigação pela materialidade, não só na maneira conceitual, mas gestacional, no requisito de avaliar os materiais predominantes na região e usar de forma coerente no ambiente a qual está sendo implantado.

A madeira, além de ser um dos materiais mais ecologicamente corretos, dinâmicos e resistentes, servem muito bem como processo de estruturação. Quando trabalhamos com desníveis, o ideal é utilizar a madeira aliada a um outro material, como forma de reforço e maior suporte. É muito comum fazer o chamado “triangulados” em terrenos íngremes, essa

triangulação é responsável por estabilizar a edificação em relação aos tremores naturais terrestres. No projeto Hélio Olga, percebemos que essa triangulação ocorre através de aços atirantados transversais, capazes de resistirem e transferirem os esforços para as sapatas de concreto.

Outra forma bastante conhecida, e muito tradicional, está ligada à arquitetura de terra crua, entre elas as taipas e o adobe. Construir com terra crua também está ligada diretamente à sustentabilidade, por tratar do uso de materiais locais e técnicas construtivas tradicionais.

Conforme o Dicionário da Arquitetura Brasileira, de Corona e Lemos (2017), taipa é o “*nome genérico que se costuma dar a todo sistema construtivo em que se emprega, na confecção das paredes e muros de fecho, a terra umidecida ou molhada*”, executada em panos contínuos, diretamente no local, sem que a terra tenha sofrido nenhum beneficiamento anterior. Divide-se em dois tipos: a taipa de pilão, cuja parede tem função estrutural e é normalmente bastante espessa, conseguida comprimindo-se a terra em formas de madeira, denominadas taipal; e a taipa de mão (também conhecida como taipa de sebe ou taipa de sopapo), normalmente de mais rápida execução e sem função estrutural, onde a terra é lançada sobre uma trama de madeira pré-executada. (Corona e Lemos, 2017. Pags. 437 a 439).

Para o termo Adobe, os autores apresentam seu termo de origem árabe *attobi*, apresentam as variantes morfológicas *adoba* e *adobo*, e trazem a seguinte definição:

Paralelepípedo de barro de grandes dimensões, que difere do tijolo por não ser cozido ao forno. De barro cru (seco à sombra e, depois, ao Sol) é composto de argila e areia em pequena quantidade. Ao barro é misturado estrume ou fibra vegetal, ou ainda crina, com o fito de obter-se maior consistência nos blocos. Podem ser argamassados com barro e devem ser revestidos com massa de cal e areia. (Corona e Lemos, 2017, pg 19)

O tijolo de adobe é executado prensado e estruturado em um molde de madeira. A terra utilizada geralmente está localizada a 1 metro abaixo da superfície do terreno. Essa terra é perfeitamente equilibrada entre argila e areia, não precisando de outra adição como o cimento, a fibra utilizada serve para dar liga e mais resistência ao tijolo, uma vez que reage bem a tração. Após a mistura e a formatação, os tijolos são colocados em formas, espera-se um ou dois dias para o tijolo secar e assim ser desenformado.

Esta pesquisa trata de buscar elementos de sobreposição entre o modo de fazer tradicional, a sustentabilidade e a inovação. Para a fase de experimentações, foi escolhido o tijolo de adobe, e fibras naturais e de reuso, distintas do que tradicionalmente utilizado em sua confecção.

4. METODOLOGIA

A metodologia inicial foi baseada na pesquisa bibliográfica, estudo de caso, experimentação e pesquisa de campo virtual.

O método bibliográfico-argumentativo baseou-se na leitura crítica de dois principais livros: O urbanismo Sustentável, Douglas Farr, assim como, O Manual do Arquiteto descalço, Johan Van Lengen. Buscando interpretar e traduzir da melhor forma as estratégias adotadas para a situação de interesse deste artigo, essas bibliografias resultaram em uma introdução mais clara e objetiva de como aplicar a sustentabilidade na arquitetura em possíveis planejamentos diversos.

Teoricamente, o estudo de caso juntamente com a pesquisa de campo, deveriam ser realizadas presencialmente. Devido as circunstâncias de isolamento retratadas pela COVID-19, todas as pesquisas foram realizadas de modo virtual. Um dos principais softwares adotados foi a utilização de GOOGLE EARTH, através dele, conseguimos melhor visualizarmos os projetos estudados, entendendo sua implantação, acessos, topográficas, insolação e entre outros. A plataforma YOUTUBE, também foi de grande auxílio no âmbito de rever estudos e reportagens sobre essas e outras obras que abordaram o mesmo aspecto de estudo científico.

A experimentação organizada no canteiro teve como objetivo a formulação de um protótipo de Adobe, utilizando materiais acessíveis e ecologicamente coerentes a natureza. A ideia principal foi a comprovação das qualidades técnicas e estruturais um tijolo natural pode apresentar, como também testar novas formas de construção, utilizando o canteiro e análises laboratoriais.

5. RESULTADOS OBTIDOS

5.1 ESTUDOS DE CASO

Analisaremos a seguir, um estudo de caso sobre um edifício comercial que utilizou da tecnologia para proporcionar uma qualidade espacial e social sustentável e econômica. Além do estudo técnico, houve muito estudo sobre a envoltura da implantação como solução e desafios do projeto.

O Council House ou CH2, edifício comercial projetado pelo escritório DesignInc e finalizado em 2004, em Melbourn, Austrália. CH2 foi construído para ser um edifício comercial modelo, apresentando estratégias que visassem a redução de água, ventilação artificial, aquecedores e luz artificial. Usando a potencialidade do conhecimento dos materiais, da física e da própria natureza, como o uso da biomimética para o estudo da estabilidade de temperatura. Acima de tudo, houve um estudo muito aprofundado nas posições do sol, e do clima durante o ano, dessa forma, cada fachada apresenta uma característica para melhor a eficiência de luz e ventilação natural. Para uma ampla compreensão de suas qualidades técnicas, abordaremos as principais estratégias utilizadas na composição do edifício:

Council House apresenta uma torre de ventilação, conforme figura 1, capaz de anular o uso de ar-condicionado. Conforme o ar fresco é captado pelos ductos, ele passa pelos ambientes de trabalho amenizando a temperatura interior e expulsando o ar morno pelas torres, esse fato ocorre devido a diferença de temperatura entre o ar mais quente, presentes na salas, e o ar fresco captado pelos ductos. Conforme o vento seja forçado a entrar por esses ductos ou canais, sua velocidade automaticamente aumenta, e sua temperatura cai, conhecido como efeito ventur



Figura 1 - Dutos de ventilação. Fonte: Green Building

A fachada voltada para o norte é composta por grades e varandas de aço que sustentam jardins verticais com nove andares de altura. A folhagem protege o edifício do sol e filtra a luz solar para reduzir os reflexos internos. Além de proteger o edifício, as vegetações servem como umidificadores, direcionando os ventos, e também, sombreando contra o sol. Há um jardim na cobertura, além de proporcionar um espaço de convívio, a cobertura verde tem o intuito de isolar a radiação, ou seja, impedir que o calor seja conduzido para o interior do prédio.

A fachada voltada para o oeste é coberta com um sistema de persianas de madeira, figura 2, que giram para otimizar a penetração da luz natural para o interior. O uso de protetores solar, tal como brises, servem para amenizar a radiação direta nos ambientes, alguns, possuem

essa capacidade de se mover para as diferentes posições angulares do sol, dessa forma conseguimos aproveitar a melhor eficiência do sol durante todo o dia. A elevação oeste é biologicamente responsiva à luz solar direta, a qual cai em um sistema de gerenciamento do edifício, informado através de um relógio solar e pela estação meteorológica no telhado. O movimento da fachada é controlado pelo sistema de gerenciamento de um software. Lembrando que na fachada oeste, onde o sol se põe, é a radiação mais quente durante o dia.



Figura 2 - Persianas de madeira. Fonte: Arch20

Outra medida utilizada é o resfriamento evaporativo também conhecidos como torres de chuveiros, presente na fachada sul. Quando as gotas de água caem dentro da torre do chuveiro, elas evaporam lentamente. Esse processo coleta gradualmente as gotículas de água à medida que a água entra na praça, resfriando o piso térreo. A água fria é usada para resfriar milhares de bolas de metal, a qual contém um material capaz de mudar sua fase física, podendo congelar até 15 graus. Essas bolas agem como uma bateria, e são usadas para resfriar a água que é bombeada para “feijões refrigeradores e painéis refrigeradores”. Essa água pode ser recuperada e reutilizada.



Figura 3 - Paineis curvos de concreto. Fonte: Mick Pierce

Os planejadores de CH2 escolheram materiais para manter os poluentes internos em um nível mínimo. Tintas com baixo teor de COV, tapetes com baixo teor de COV, adesivos e selantes com baixo teor de COV e produtos de madeira composta de formaldeído de baixa emissão são usados no interior do edifício. O edifício possui 85% de redução de energia, 87% de redução de gás e 72% de redução de água, produzindo somente 13% de CO₂. Com esses resultados, CH2 ganhou o prêmio Six Green Star Rating (GREEN BUILDING COUNCIL)

5.2 RESULTADOS EXPERIMENTAIS E ANÁLISES COMPARATIVAS

5.2.1 Experimentos no canteiro experimental

O processo de experimentação no canteiro baseou-se na construção de corpos de prova representativos de tijolos de Adobe. Além de um modelo convencional, foram executados outros experimentos com materiais diversos. Esta atividade foi acompanhada pelo técnico Eder Modesto de Sousa.

A primeira etapa do projeto foi a construção de quatro moldes de madeira para execução dos adobes. As dimensões escolhidas foram de 19x19x4 cm, que era a dimensão máxima permitida para os corpos de prova dos equipamentos de experimentação do laboratório de conforto ambiental.

Foi utilizado compensado, e as peças foram nas laterais e embaixo, deixando somente o topo aberto.



Figura 4 - Moldes de madeira executados no canteiro experimental. Fonte: autoral

Para a execução dos corpos de prova, foi utilizada terra Inerte, comprada em loja de materiais de construção, uma terra que não contém matéria orgânica, e um nível mínimo de nutrientes, somente água. Como esse tipo de terra é mais úmido, foi adicionado um pouco de areia para

maior equilíbrio e estruturação. Nessa etapa, adicionamos as fibras de Côco, de Bambú e de PET.



Figura 5 - Terra Inerte misturadas com Fibra de Côco, Bambu e PET. Fonte: autoral

Cada mistura foi adicionada e prensada, com a ajuda de um martelo, nos moldes de madeira. Esperou-se cerca de três dias para que elas firmassem, e só assim desmoldassem sem que houvesse maiores danos. Para retirada dos tijolos, abriu-se uma de suas laterais retirando os pregos e virando-os contra uma superfície lisa.



Figura 6 - Processo de desmontagem das formas Fonte: Autoral

Após todo o processo de montagem e desmontagem, os tijolos foram levados para o laboratório de conforto, para que os testes técnicos pudessem ser analisados.

5.2.2 Experimentos em laboratório de conforto ambiental

Os experimentos realizados no laboratório de conforto ambiental da FAU-Mackenzie foram acompanhados pelo técnico Luciano Abbamonte Silva. Foram realizados ensaios para testar o desempenho de materiais quanto ao isolamento térmico, é utilizada uma câmara térmica, cuja fonte de calor é uma lâmpada incandescente de 60W, que fica dentro de uma caixa de metal preto. A câmara permite fixação de diferentes amostras em cada uma das suas quatro faces verticais, as quais são fixadas por meio de parafusos de pressão.

É colocado um sensor próximo à fonte de calor (C° Caixa), e em cada uma das faces de cada amostra – um interno (C° int.) e um externo (C° ext.) – ambos ligados a termômetros digitais, os quais vão medir os valores que permitem verificar, efetivamente, o quanto cada amostra retêm de calor (C° Caixa- C° ext.). Depois que a câmara é fechada, a temperatura interna começa a subir, sendo que a temperatura inicial é a do ambiente. Foram feitas medições de 1 em 1 hora para um período de 4 horas, conforme planilha a seguir.

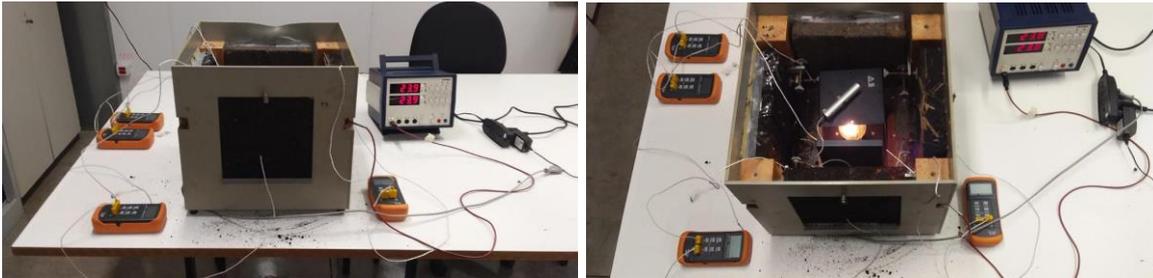


Figura 7 - Ensaio do corpo de prova na câmara térmica. Foto: Luciano Abbamonte

5.2.3 Análises Comparativas

Um dos principais pontos a serem analisados por meio qualitativo é o potencial de transmissão de calor em cada protótipo. Percebe-se que a terra inerte em si, sem nenhuma fibra, possui um baixo nível de condutividade térmica, ou seja, há uma resistência e prolongamento, em relação ao tempo, da passagem de calor do lado interno ao externo.

Se aplicarmos esse tijolo em construções, é possível que haja uma diminuição de temperatura em até 5°C. Ideal para lugares com climas secos, pois a umidade contida no tijolo, refrigera o ar.

Tabela 1 - Análise térmica dos Protótipos.

22/01/2021 - HORÁRIO	9:20h	10:20h		11:20h		12:20h		13:20h						
AMOSTRA	C° Amb.	C° Caixa	C° Int.	C° Ext.	C° Caixa	C° Int.	C° Ext.	C° Caixa	C° Int.	C° Ext.	C° Caixa	C° Int.	C° Ext.	C° Caixa - C° Ext.
Adobe simples	24	39	26	25	41	29	26	43	31	27	43	31	27	16
Adobe PET			27	24		30	25		31	26		31	26	17
Adobe Côco			28	27		30	29		32	30		32	31	12
Adobe Bambu			26	24		29	26		30	26		31	26	17

Fonte: Luciano Abbamonte da Silva

Se analisarmos as questões físicas do tijolo, percebe-se que a terra inerte ainda não é um bom modelo estrutural, por mais que tenha uma pequena resistência, não é suficiente para aguentar esforços maiores e mais dinâmicos.

Valores de condutividade e densidade

Modelo	Fonte	Condutividade (W/mK)	Densidade (Kg/m ³)
Alvenaria de adobe	DIN V 4108-4:1998-10*	1,20	2000
Alvenaria de adobe com aditivos (solo arenoso + 10% de cimento + 4% de silicato de sódio)	FERREIRA, 2003	0,49	1868
Alvenaria de adobe	Simões (2009, Apud FRANCISCO, 2009)	1,05	1800
Alvenaria de adobe	DIN V 4108-4:1998-10*	0,95	1800
Alvenaria de adobe	BAHADORI e HAGHIGHAT, 1986	0,67	1700
Alvenaria de adobe	DIN V 4108-4:1998-10*	0,80	1600
Alvenaria de adobe - Terra de Devon	GOODHEW e GRIFFITHS (2000, apud GOODHEW e GRIFFITHS, 2004)	0,45	1450
Alvenaria de adobe	DIN V 4108-4:1998-10*	0,60	1400
Terra para adobe com palha	BINICI, 2007	0,21	1253
Alvenaria de adobe	DIN V 4108-4:1998-10*	0,50	1200
Alvenaria de adobe	BAHADORI e HAGHIGHAT, 1986	0,25	1000
Bloco de terra leve	DIN V 4108-4:1998-10*	0,40	1000
Alvenaria de adobe com e fragmentos mineiras	GOODHEW e GRIFFITHS (2000, apud GOODHEW e GRIFFITHS, 2004)	0,24	800
Bloco de terra leve	DIN V 4108-4:1998-10*	0,30	800
Terra para adobe com palha	GOODHEW e GRIFFITHS, 2004	0,18	440
Bloco cerâmico	NBR 15220, 2005	0,90	1600
Bloco de concreto	NBR 15220, 2005	1,75	2400

Fonte: Luísa Sant Ana Marques (2018)

Se compararmos com a condutividade térmica do tijolo de Adobe, em relação ao de concreto e cerâmico, veremos uma grande diferença de condutividade térmica, uma vez que a massa em si é um condutor maior que o oxigênio, o Adobe retém oxigênio, retardando a passagem de calor.

6. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

Ao iniciar a proposta de estudo, percebeu-se rapidamente que o tema era muito amplo e diverso. Com auxílio do professor orientador, a pesquisa foi se direcionando para um caminho capaz de retratar a sustentabilidade na arquitetura, seja sob o viés urbano, rural ou mesmo tecnológico.

Através desse estudo, percebeu-se a quantidade de possibilidades sustentáveis que podemos aplicar na arquitetura. Por mais que haja limitações físicas e culturais em grandes metrópoles, a liberdade de implantação de medidas ecológicas, quando aliada à tecnologia, pode ser uma possível solução e alternativa para a diminuição de poluição, e gastos com recursos e energia. Sabe-se também, que a mudança em um espaço, ocorre primeiramente pela mudança de

pensamento de uma população, ou seja, pela mudança de cosmologia do cotidiano das pessoas e do mundo a qual vivemos.

Já os ambientes rurais, diferentemente de centros já consolidados, parecem apresentar uma qualidade mais ampla e produtiva da arquitetura sustentável, como por exemplo, a bioarquitetura e permacultura, trazendo essa ideologia ancestral de criar um ciclo entre o ser humano e a natureza como produto de uma vida com maior eficiência. O uso de técnicas e materiais locais, permitem que a casa se torne um organismo vivo, fazendo parte da natureza, e não somente, implanta em um espaço qualquer.

Outro ponto que chama bastante atenção é o aumento de comunidades ecológicas, as Ecovilas, que vem fazendo um contraponto importante ao estilo de vida e valores urbanos, com as comunidades ecológicas revendo o conceito de moradia e usufruto do meio natural.

Essa relação entre urbano (industrializado) e o rural (tradicional) não precisa ser de antagonismo, mas pode ser de complementação, conforme demonstrado nos experimentos, quando usamos materiais sustentáveis agregados a uma técnica tradicional, como o adobe. Os testes de fibras ora naturais, ora de reuso, apresentaram comportamentos interessantes, e trouxeram muitas ideias de continuidade destes estudos, traçando novos caminhos de pesquisa.

7. REFERENCIAIS BIBLIOGRÁFICOS

FARR, Douglas. **Urbanismo Sustentável: desenho urbano com a natureza**. Porto Alegre: Bookman, 2013. Tradução: Alexandre Salvaterra.

VAN LENGEN, Johan. **Manual do Arquiteto Descalço**. São Paulo: Bz!, 2014.

BRAUN, Ricardo. **Novos Paradigmas Ambientais: desenvolvimento ao ponto sustentável**. 3. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008. (3).

CIANCIARDI, Glaucus. **A casa ecológica**. Vinhedo: Horizonte, 2014.

MOSTAEDI, Arian. **Arquitetura Sustentável: high tech housing**. 2. ed. Barcelona: Instituto Monsa de Ediciones S.A, 2003.

"Escritórios do Conselho de Melbourne 2 (CH2) / DesignInc" **CH2 Melbourne City Council House 2 / DesignInc**. 05 Ago 2013. ArchDaily Brasil. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/01-132298/escritorios-do-conselho-de-melbourne-2-ch2-slash-designinc>> Acesso 20 Set 2020.

PEARCE, Mick. **CH2**. Disponível em: < <https://www.mickpearce.com/CH2.html> >. Acesso 20 Set 2020.

MELBOURNECITYCOUNCIL, **Council House 2 (CH2) Animation | City of Melbourne**. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=N1CkwnqrYrE> >. Acesso 20 Set 2020.

MUNIZ, Isabella, **Ecovila**. Disponível em: < <https://autossustentavel.com/2020/05/ecovilas-alternativa-vida-sustentavel.html> >. Acesso 20 Set 2020.

111ARQ ARQUITECTURA, **Reef House**. Disponível em: < <https://silo.tips/download/111arg-reef-house-natural-building-system-modular-house-of-seacrete-marcreto> > Acesso 20 Set 2020.

111ARQ ARQUITECTURA, **Reef House**. Disponível em: < <https://docplayer.es/15734362-Reef-house-natural-building-system-modular-house-of-sea-crete.html> > Acesso 20 Set 2020.

REVISTA PROJETO, **Residência: Hélio Olga**. Disponível em: < <https://revistaprojeto.com.br/acervo/marcos-acayaba-residencia-helio-olga-sao-paulo/> > Acesso 20 Set 2020.

GREEN BUILDING COUNCIL, **Certificações**. Disponível em: < https://www.gbcbrazil.org.br/novos-comportamentos/?gclid=CjwKCAjw-5v7BRAmEiwAJ3DpuPhpWMB3N4zt77PGvEXiAKm65jOJvfQ3buFaPEaJ3pUSW3W-MqhFxRoCbwgQAvD_BwE >. Acesso 20 Set 2020.

MARQUES, Luísa Sant Ana. **Investigação sobre o comportamento térmico do adobe para as necessidades climáticas e normativas brasileiras**. Dissertação – Universidade Federal de Minas Gerais. 2018

FOGIATTO, Marcelo Adriano. **Avaliação da transmitância térmica de blocos de concreto e cerâmica utilizada na construção civil**. Dissertação – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2018.

Contatos: caroline.gadiolli@hotmail.com e guilherme.michelin@mackenzie.br