

A BIOARQUITETURA COMO SOLUÇÃO PARA REDUÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Dayane Cristina de Abreu¹; Analu Cadore²; Ticiane Patel Weiss Trento³

¹Acadêmica do Curso de Arquitetura e Urbanismo, Faculdade Cesumar de Curitiba – UNICESUMAR. Bolsista PIC-Unicesumar/ICETI. dayaneabreuarg@gmail.com

²Orientadora, Mestre, Faculdade Cesumar de Curitiba – UNICESUMAR. analu.cadore@unicesumar.edu.br

³Co-orientadora, Mestre, Faculdade Cesumar de Curitiba – UNICESUMAR. ticiane.trento@unicesumar.edu.br

RESUMO

Atualmente a construção civil no Brasil é um dos campos de trabalho que mais geram resíduos de construção e de demolição (RCD). No presente trabalho, serão abordados os fatores que levam a isso e como a implementação de sistemas construtivos não convencionais pode ser a solução para essa problemática. Além disso, o estudo demonstra dados referentes à construção de terra (*Rammed Earth*), como ela se comporta, qual a sua utilização atual e como é aplicada nas construções, quais os fatores que levaram ao desuso e ao preconceito com a técnica e suas condições de conforto ambiental e sustentabilidade. Como objeto de estudo, foi escolhida uma construção em São Paulo, na cidade de Piracicaba, que foi construída no método construtivo denominado taipa de pilão, para possibilitar identificar as características dessa técnica.

PALAVRAS-CHAVE: Taipa de Pilão, Resíduo Sólido de Construção e Demolição, Sistemas Construtivos, Bioarquitetura, *Rammed Earth*.

1 INTRODUÇÃO

O solo é um material que, em aplicações construtivas, possui características que influenciam o bom desempenho acústico e térmico da edificação, além de reduzir os custos da construção, por ser um material de fácil acesso e que não possui a mesma necessidade de beneficiamento como o concreto. Além disso, o que representa um fator ainda mais relevante para esta pesquisa é o fato da terra ser um material extremamente ecológico, abundante e reciclável, com um grau baixíssimo de geração de resíduos sólidos e mínimo impacto ambiental na construção. A construção civil é considerada uma das maiores produtoras de entulho no mundo e é responsável por grande parte da massa de resíduos sólidos existente hoje na sociedade, sendo que no Brasil essa massa pode constituir de 40 até 70% de área urbana (PINTO, 1999).

No período Neolítico, a taipa foi utilizada como divisória em diversas construções que tinham como objetivo estocar produtos agrícolas, formando assim uma espécie de depósito. Essas construções ficam localizadas no Oriente Médio, principalmente em Dhra', na Jordânia. Em todo esse período foram identificadas construções que usavam a madeira, a terra principalmente na forma de adobe e pedras, conforme o que era disposto no local onde estas eram construídas. Portanto, a arquitetura vernacular, que consiste em empregar materiais na edificação que se encontram no mesmo local, teve início nesse período (JONNES, 2014). O adobe, um tijolo feito com barro e curado ao sol, foi amplamente empregado nas construções egípcias, principalmente nos palácios dos faraós. Eles eram feitos com barro proveniente do Nilo e, historicamente, foram utilizados com maior amplitude na Primeira Dinastia. O termo adobe surgiu nessa época e deriva da palavra egípcia *djebet*, que significa tijolo (JONNES, 2014).

Na atualidade a bioarquitetura, método construtivo que consiste em respeitar a vida e o meio ambiente por meio da arte de projetar (CAVALARO, 2013), vem sendo empregada principalmente pela preocupação ligada a questões de sustentabilidade. Além disso, a construção com terra desenvolveu-se tecnicamente e tecnologicamente para suprir as novas demandas contemporâneas da construção civil. Há vários exemplares de construções deste tipo principalmente concentradas na Austrália e em Portugal.

O objetivo dessa pesquisa é demonstrar como a bioarquitetura é uma solução viável para a redução da emissão dos resíduos sólidos de construção no meio ambiente, além de ser um método construtivo sustentável, econômico e duradouro. Para isso, foi empregado o exemplo da Casa Colinas, mostrando como a técnica ainda pode ser implementada de modo eficiente.

2 RESÍDUOS SÓLIDOS E A BIOARQUITETURA

Existem alguns motivos que justificam o fato da atividade de construir ter se transformado em uma das maiores geradoras de resíduos sólidos no Brasil. Na concepção do município, é imprescindível a existência de uma política para lidar com estas circunstâncias e, na concepção empresarial, é primordial estabelecer o planejamento, preparo e manejo dos serviços e dos materiais. Quando se sucede a ausência desses quesitos, ocorre o desperdício. O emprego da bioarquitetura também necessita do incentivo de países desenvolvidos para que seja atribuída de um modo geral pela população, tanto por aqueles que possuem maior poder aquisitivo quanto pela porção menos favorecida, tendo como objetivo demonstrar que a utilização desse material pode resultar em uma edificação contemporânea, de qualidade e com baixo impacto ambiental (PONTE, 2012).

A relevância dos resíduos sólidos e de sua reciclagem começou em meados de 1980, onde foi possível perceber o início do processo de transformação de um material em um problema ambiental e social. No quesito ambiental, a utilização constante de recursos naturais não renováveis criou uma grandiosa massa de entulhos, a qual não possuía destinação correta e, quando despejada em um ambiente não propício e preparado para esta recepção, acabavam demonstrando anomalias. A grande quantidade de entulho produzido sem destinação adequada - devido ao aumento da produção industrial, à apropriação e valorização de espaços urbanos - levou à causa do problema social e ambiental.

Somente em 2002, foi criada de uma resolução (Resolução N° 307, de 5 de julho de 2002) própria para estabelecer diretrizes com a finalidade de reduzir a geração e propagação do resíduo sólido de construção civil e, de responsabilizar os devidos emitentes desse resíduo. Além disso, este documento tomou como objetivo a classificação dos resíduos, os quais tiveram suas características determinadas e diferenciadas em cada situação para assim facilitar o encaminhamento e a possível reutilização ou reciclagem.

Dentro destas classificações, há os resíduos de Classe A, oriundos de obras de construção, demolição, reparos de pavimentação, solos de terraplanagem, componentes cerâmicos, argamassa e concreto proveniente de reformas, inclusive peças pré-moldadas em concreto, que possam ser reutilizáveis ou recicláveis como agregado. A Classe B agrega os resíduos de papelão, gesso, vidro, plástico, metais, papéis, madeiras e embalagens de tinta vazias, que tem uma destinação de reciclagem diferenciada dos resíduos da Classe A. Os resíduos da Classe C constituem todo resíduo que possui tecnologia insuficiente e empecilhos econômicos para obter a reciclagem ou recuperação do material. E, por fim, temos a Classe D, que reúne todos os resíduos considerados perigosos ou nocivos à saúde, os quais podem exemplificar como tintas, óleos, solventes, telhas (devido ao fato de que algumas dispõem de amianto em sua composição) e, inclusive, entulhos gerados em obras de demolição, construção ou reforma de clínicas de radiologia e construções industriais. (CONAMA, 2002).

Com relação à destinação do entulho de construção e demolição, a resolução n° 307 do CONAMA também atribui locais específicos para a disposição desses materiais. Esses locais são determinados seguindo a mesma classificação dos resíduos, pois de

acordo com sua tipologia é necessário um espaço específico para evitar a contaminação tanto do material em contato com resíduos contaminantes quanto da área, evitando-se a degradação ambiental.

Além disso, temos a reciclagem e a reutilização dos resíduos sólidos de construção e demolição (RCD) geradas em canteiros de obras, que podem auxiliar na redução do desperdício e do remanejamento desse entulho para localizações próprias e preparadas. Esse processo pode afetar positivamente a área econômica, já que várias empresas investem em pesquisa e na fabricação de um material final utilizando o resíduo como um agregado viável por seu baixo custo e materiais fabricados com a utilização de resíduo possui um valor agregado menor do que o material proveniente diretamente da matéria prima, do recurso natural. Essa questão da reciclagem e reutilização dos RCD já é empregada em diversos países há muito tempo, seja por motivos de guerras, falta de materiais ou pelo fato de não haver espaços para absorver todo esse resíduo. Um desses casos é a Alemanha que, após a Segunda Guerra Mundial, acumulou uma quantidade elevada de escombros e teve que buscar soluções para atender toda a demanda necessária de materiais para construir habitações novamente, utilizando-se assim os resíduos sólidos. (PINTO, 1999). E, além desse reuso, houve também em 1944 a criação de normas oficiais para a construção com terra (*Earth Building Code*).

A forma mais típica de construção, em alvenaria efetuada com tijolos convencionais, é umas das que mais geram entulho, pois o processo consiste em primeiro levantar as paredes e depois quebrar parte delas para passar sistemas prediais. Este processo construtivo é um dos mais antigos e mais largamente empregados nas obras. Devido à sua grande aceitação cultural e profissional no Brasil, há resistência na adoção de outros processos construtivos, pois os ideais desse tipo de construção estão enraizados na sociedade.

Visualizando esse cenário atual no Brasil é válido considerar a bioarquitetura por todos os ganhos positivos que ela proporciona para a edificação, para o meio ambiente e para o ser humano. No âmbito social, existe um preconceito enraizado na sociedade com relação aos materiais que compõem a bioarquitetura por remeter a algo frágil, pouco duradouro, sem qualidade estética e técnica e de características de edificações de baixíssima renda. No entanto, estes materiais podem mostrar-se muito maleáveis e eficientes para o desenvolvimento de um projeto arquitetônico diferenciado e que atenda às necessidades do programa descrito pelo cliente. Para que haja uma ruptura deste paradigma cultural e social, relatar construções históricas que perduram até os dias atuais é um modo eficaz de demonstrar esse potencial evolutivo da arquitetura por materiais de origem natural.

A terra é tida como o material construtivo mais antigo da humanidade por ter sido encontrada em diversas construções de longa data, as quais chegam até oito mil anos de existência (PONTE, 2012). Um desses exemplos é a cidade de Jericó situada na Cisjordânia edificada em adobe com cerca de oito mil anos a.C., os Zigurates que também são feitos em adobe com seis mil anos na Mesopotâmia, a Muralha da China com partes feitas em taipa e outras com pedra, Templo de Horyuji no Japão e há alguns exemplos no Egito e também na Turquia.

A falta de utilização desse processo construtivo é consequência também pela escassez de desenvolvimento das técnicas e de pesquisa na área da tecnologia que, mesmo a técnica sendo considerada simples (PONTE, 2012), necessita de estudos para ser aprimorada. Além disso, por ser um material natural, a terra se comporta de uma forma distinta comparada a um material de origem industrial, ou seja, um solo utilizado em uma construção não será o mesmo e terá uma composição diferenciada em uma outra obra. Dito isso, como metodologia foi empregado o exemplo da Casa Colinas, mostrando e exemplificando como a técnica é implementada.

3 A TERRA

É uma matéria-prima de características vastas e diversificadas, as quais podem variar sua granulometria, sua composição química, orgânica e mineralógica (PONTE, 2012). Essas diferenças delimitam a utilização da terra, sua utilização, qual técnica se adequa melhor e quais são as suas propriedades. No entanto, nem todo tipo de solo se comporta como um material eficiente para o ramo da construção civil e, para descobrir essas variáveis, utiliza-se um estudo de solos com a finalidade de segregá-los para entender o funcionamento de cada elemento e encontrar o mais adequado.

Na análise de um perfil de terreno, surgem cinco camadas que compõem o regolito (camada rochosa alterada pelo intemperismo físico e/ou químico), das quais quatro demonstram os horizontes do solo, como demonstrado na Figura 1 abaixo (NEVES, 2011).

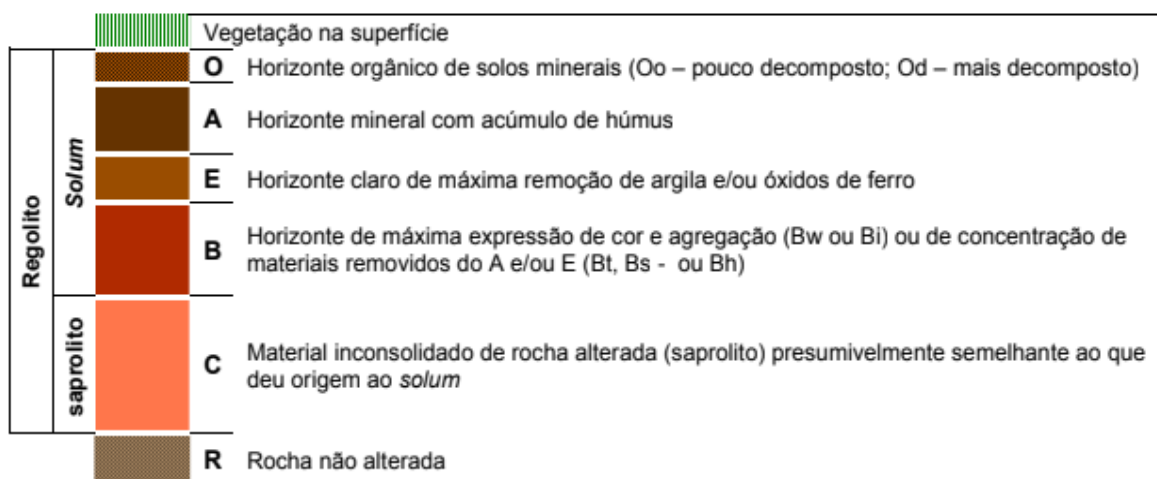


Figura 1: Tabela demonstrando as camadas do solo.

Fonte: NEVES, Célia. FARIA, Obede Borges. Técnicas de Construção com Terra.

O horizonte O é uma camada de composto orgânico, mineral e que não possui utilidade para a construção civil. O horizonte A compõe-se de minerais e acúmulo de húmus, o E possui argila e óxidos de ferro e, o horizonte B, que concentra materiais que foram extraídos do A e/ou do E e que tem uma forte expressão de cor e agressão.

Esses quatro horizontes formam a camada *solum* (Figura 1) e, descartando os horizontes O e A por se demonstrarem inadequados para fins construtivos, trabalha-se apenas com os horizontes E e B onde o solo é constituído por diversos minerais que foram sujeitos a fenômenos de adaptação, gerando um material durável e estável, sendo exatamente nessa camada onde se encontra o material adequado para a construção. A quinta camada que compõe o regolito, formando o saprolito, é o horizonte C, basicamente constituído de rochas em decomposição, pois é uma camada que se encontra entre a camada de rocha mãe e a camada de terra (PONTE, 2012).

A terra possui variedades de texturas, as quais podem ser decisivas para determinar o comportamento do material na estrutura, além do aspecto estético que cada uma traz. É possível visualizar essa textura por meio de sua granulometria. Com relação a plasticidade, a terra pode demonstrar quatro estados de consistência: o líquido, plástico, semissólido e sólido (PONTE, 2012), definindo o quão maleável e moldável pode ser o solo em questão, correlacionando a presença de água e argila esse solo. A coesão da terra demonstra o comportamento de suas partículas quando é aplicada uma força de

tração e ela também está diretamente relacionada às quantidades de argila e água presente no solo. Ainda com relação à quantidade de água presente em um solo, ela pode interferir na sua retração e na expansão. Um exemplo é quando ocorre a evaporação da água, elevam-se as chances de ocorrer fissuras na construção e, com isso, facilita a entrada de água levando à diversas outras patologias.

3.1 Adobe

O adobe é uma técnica construtiva que consiste na fabricação de tijolos feitos de terra, como pode ser visto na Figura 2. Esses tijolos são fabricados por meio de fôrmas de madeira, curados ao sol ou na sombra e são muito utilizados para levantar paredes, construir abóbadas e/ou cúpulas.

Para confeccionar o tijolo, o barro deve-se ser amassado até atingir uma consistência ideal e deixado para descanso por dois dias, isolado para que não corra o risco de molhar com água da chuva. Após esse processo, o barro é amassado novamente e é colocado na fôrma de madeira umedecida, que normalmente no Brasil tem as medidas de 20x20x40cm, nivelado com régua e retirado depois com cuidado para que não quebre ou desforme. Esse barro colocado na fôrma é uma mistura de terra, argila, areia e fibras vegetais. Após o desforme, os tijolos são depositados separadamente para que se inicie a cura, que leva em torno de três dias com sol ou cinco dias nublados. Para o assentamento desses tijolos, utiliza-se a mesma massa do tijolo, mas sem o agregado e deve ter a espessura de um a dois centímetros, aproximadamente.



Figura 2: Tijolos de adobe.

Fonte: Google Imagens.

Alguns cuidados são essenciais para que a duração das construções feitas com adobe seja prolongada, tais como: construir preferencialmente em terreno plano, evitando ladeiras; deve-se fazer reforço com madeira sobre portas, janelas e em cada quina da casa; na questão de formato, deve-se trabalhar preferencialmente com formas quadradas para que a construção tenha uma maior estabilidade; utilizar beirais maiores para proteger os tijolos da chuva (SILVA, 2000). Existem diversas construções históricas que viraram patrimônio e que foram edificadas em adobe, como é o caso do Çatal Hüyük na Turquia e os celeiros de Ramsés II no Egito.

3.2 Taipa de Pilão

Esse método construtivo consiste em paredes feitas com terra, com espessura de quarenta a oitenta centímetros e monoliticamente, ou seja, as paredes são feitas de forma inteiriça. É construída uma armação de madeira que é chamada de taipal e é nesse recipiente que a terra será despejada para ser socada com o pilão. O pilão é um instrumento normalmente feito de madeira, cujo objetivo é prover a compactação do solo no taipal, até que a terra atinja a espessura de dez a quinze centímetros por camada. Existem pilões manuais e mecânicos, sendo o último o que mais facilita o trabalho, seja por questões de mão de obra, pois necessita menos força braçal e pela questão de que ele consegue obter uma espessura maior, chegando a vinte até trinta centímetros.

Depois que a terra for compactada no taipal, as fôrmas são retiradas. Quando bem confeccionada, a técnica demonstra bom desempenho térmico e acústico, além das características estéticas que são únicas em cada obra. Dependendo do desenvolvimento da técnica, o uso de reboco também é dispensado. Os pontos negativos da taipa de pilão como método construtivo é que ela não deve ser edificada em terrenos acidentados. Na questão estrutural e mecânica, a terra precisa ser estabilizada com aglomerantes, para obter melhores resultados de resistência e durabilidade (NEVES, 2011).



Figura 3: Construção feita com taipa de pilão.
Fonte: Google Imagens.

4 USO ATUAL DA BIOARQUITETURA COM ÊNFASE NA TAIPA DE PILÃO

Historicamente, a técnica de construir casas com terra foi trazida pelos europeus até o Brasil, pois até o momento, os índios não tinham se apropriado desse método. Eles construíam suas edificações utilizando materiais e origem vegetal, como a palha e suas construções tinham um intuito diferente das de origem europeia, logo que o abrigo era compartilhado por várias pessoas, sem repartições e delimitação de espaços. Essa intervenção europeia mudou a forma de construir e também os materiais empregados, mas houve uma grande mistura desses dois modos, dos europeus e dos índios, que gerou essa “manifestação cultural mestiça”, como retrata Ivan Alves Filho (1978) e, assim surge a taipa, que une a construção com terra e o agregado vegetal. Além das alterações ocorridas na arquitetura, o urbanismo também foi atingido. A organização da cidade seguida com grandes influências indígenas pela sua distribuição em formas circulares, fugindo do reticulado urbano (SILVA, 2000) muito presente na Europa.

A taipa demonstra-se muito presente nas construções na Europa, principalmente devido ao trabalho de François Cointeraux. Na França a construção em taipa chega a atingir cerca de 40% do patrimônio edificado e na Alemanha essa prática teve destaque

principalmente após a Segunda Guerra Mundial, devido à falta de recursos, materiais e também aos problemas de falta de habitação. No Oriente Médio, a técnica foi disseminada principalmente na Índia e na China, tendo o último como referência a muralha da China. Na América do Sul a técnica é vista principalmente em locais que preservam pelos processos artesanais e também pela questão da tradição e cultura do local. Na América do Norte existem construções desse gênero principalmente na Califórnia. E na Austrália, a técnica foi amplamente utilizada após a tradução dos manuais de François Cointeraux.

O emprego da taipa como método construtivo ao longo da história sempre sofreu com os altos e baixos da demanda. De acordo com David Easton, a volta do uso da taipa está diretamente ligada aos tempos de crise e à falta de recursos que vem ocorrendo atualmente devido à grande exploração e ao desperdício (PONTE, 2012). Atualmente, a taipa ficou conhecida como “*Rammed Earth*”, que significa *terra batida* e atualmente vem sendo desenvolvidas novas técnicas e pesquisas com o intuito de aperfeiçoar e qualificar esse processo construtivo, vencendo aos poucos o preconceito criado pela técnica construtiva.

A edificação Casa Colinas projetada pelo grupo FATO Arquitetura que tem como autor o arquiteto Marcio V. Hoffmann, é um exemplo do uso atual da bioarquitetura com foco na taipa de pilão. A construção foi finalizada em 2014, tem área total construída de 399,90m² e fica localizada em Piracicaba, São Paulo. O programa arquitetônico da casa consiste em um salão com planta livre que serve como área de jantar e estar, uma cozinha, lavabo, escritório, um depósito, abrigo, a área de serviço e a área íntima que conta com uma sala de TV e três suítes.



Figura 4: Fachada frontal da residência Casa Colinas feita em taipa de pilão.

Fonte: Archdaily. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/759523/casa-colinas-fato-arquitetura>>

A edificação é composta basicamente por três blocos retangulares dispostos em declive e horizontalmente em relação à rua e que são ligados entre si por corredores. A entrada é feita pelo abrigo, onde está localizado ao lado esquerdo o escritório e ao direito o depósito. Após esse bloco, vem a área da piscina e logo depois, a área onde está localizada a cozinha logo ao centro e indo para a esquerda, a sala de jantar e de estar. Do lado direito é possível visualizar a área de serviços e o lavabo. Depois do segundo bloco, existe um corredor que liga para o terceiro bloco, onde fica toda a área íntima com as três suítes e a sala de TV (Figura 7).



Figura 5: Área da piscina da residência Casa Colinas.

Fonte: Archdaily. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/759523/casa-colinas-fato-arquitetura>>

Todas as portas e janelas possuem dimensões grandes o que auxilia na entrada de iluminação natural e na circulação de ar no interior da residência (Figura 5 e 6). Os espaços de maior permanência, situados principalmente no terceiro e segundo bloco, foram orientados para o nascente. Todas as paredes externas foram executadas em taipa de pilão garantindo um ótimo conforto térmico e acústico para os ambientes e estas foram amarradas por cintas de concreto, servindo de apoio para a estrutura metálica da cobertura. O solo usado para a construção foi retirado de uma jazida próxima a edificação. Com relação à estética, a textura da taipa compôs harmonicamente com o entorno da edificação, por ser um local arborizado e com características rústicas.



Figura 6: Fachada do terceiro bloco da residência Casa Colinas.

Fonte: Archdaily. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/759523/casa-colinas-fato-arquitetura>>

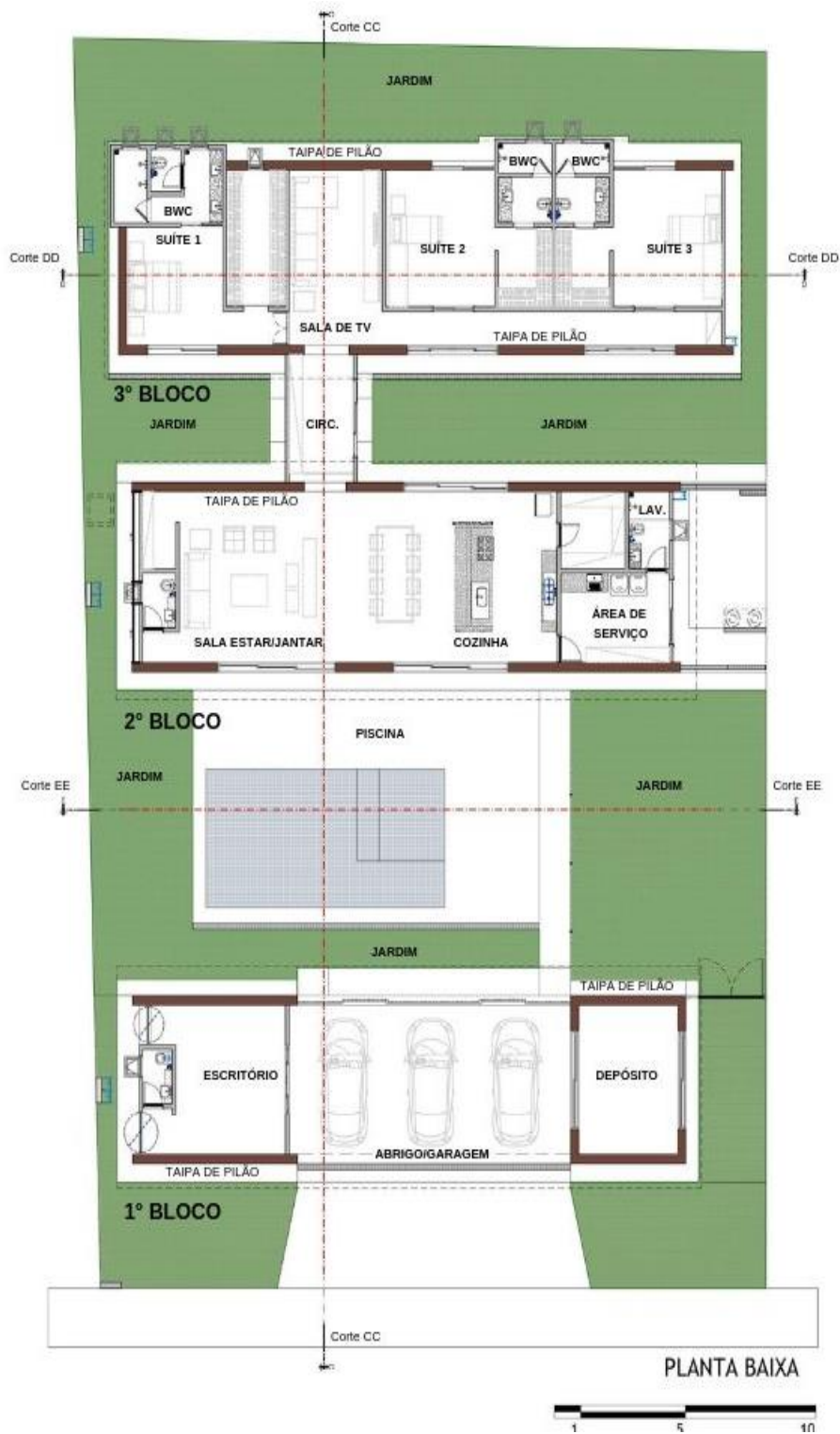


Figura 7: Planta Baixa Casa Colinas / FATO Arquitetura.

Fonte: Archdaily. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/759523/casa-colinas-fato-arquitetura>>. Indicativos na imagem feitos pela autora.

Antigamente em São Paulo a taipa foi amplamente empregada nas construções, mas com o desenvolvimento de técnicas construtivas tais como, o concreto armado e o tijolo convencional, foi sendo substituída e esquecida. Devido às preocupações com o espaço urbano, a sustentabilidade, remanejamento de resíduos e escassez de recursos naturais, a taipa voltou a ser introduzida como um método construtivo. No entanto, a taipa voltou a ser utilizada de modo diferente e contemporâneo, com maior desenvolvimento tecnológico.

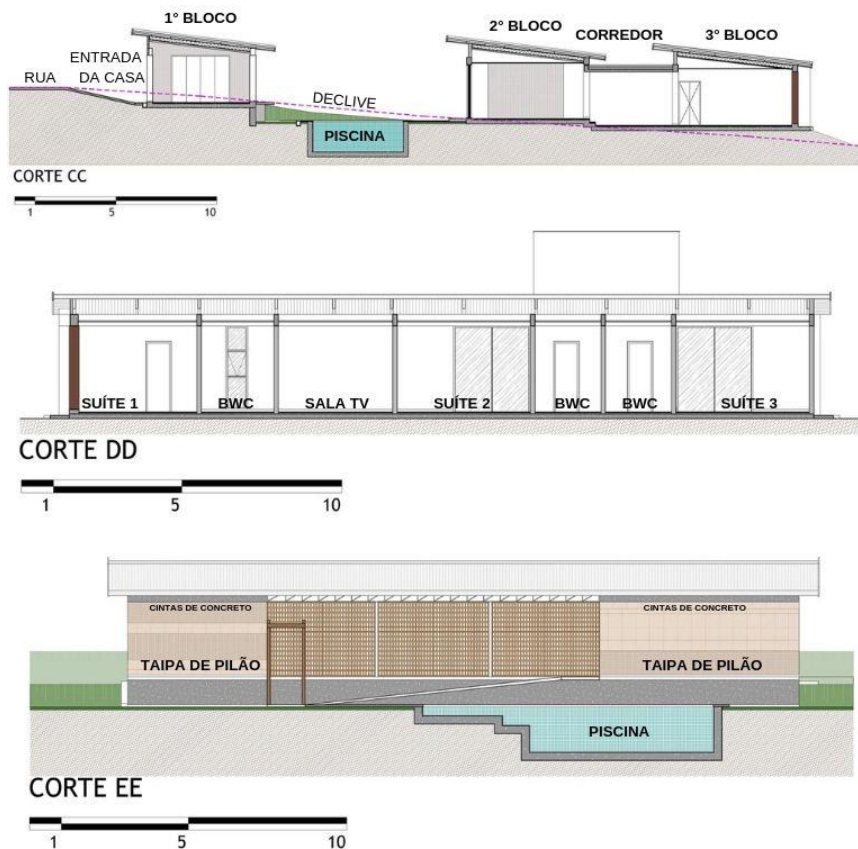


Figura 8: Corte CC, Corte DD e Corte EE da residência Casa Colinas.

Fonte: Archdaily. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/759523/casa-colinas-fato-arquitetura>>. Indicativos na imagem feitos pela autora.

4.1 PRECONCEITO E ACEITAÇÃO DA ARQUITETURA DE TERRA

As raízes do preconceito com relação à arquitetura de terra no Brasil tiveram início no período de colonização por dois motivos, um era que a Europa estava em processo de desenvolvimento tecnológico e já começava a desdenhar desse método e o outro motivo despertou quando a técnica europeia se misturou com as indígenas.

A imagem que a arquitetura de terra remete primeiramente é de casas insalubres, com pouca durabilidade e sem estabilidade estrutural. Mas, segundo toda a pesquisa realizada em livros e dissertações, é possível visualizar exatamente o contrário. O preconceito com relação à edificação em terra é puramente cultural e vem sendo disseminado há anos. Com os novos estudos e o surgimento da necessidade de buscar soluções para a crise ambiental dentro da construção civil, aos poucos a bioarquitetura volta a tomar espaço e interesse da população. Tal acontecimento é importantíssimo para que esse método construtivo tenha desenvolvimento tecnológico, logo que muito do conhecimento sobre foi passado de geração em geração, sem nenhum acompanhamento de pesquisa e sem que fossem feitas as notas necessárias.

4.2 CONFORTO E SUSTENTABILIDADE

O conforto térmico está diretamente relacionado às trocas térmicas de liberação de calor que o indivíduo produz com relação ao espaço ocupado (SILVA, 2000). O material interfere nesse processo, pois cada tipo tem suas características de condução térmica. No caso da terra, ela fornece conforto térmico devido a espessura considerável das paredes e por ser um tipo de material que demora para absorver esse calor, sendo mais lento que

o tijolo cozido convencional. O barro isolado não possui características consideráveis para ser isolante térmico, mas quando é aplicado com uma espessura grande e principalmente com a palha como agregado à mistura, a resistência e a capacidade de isolar aumentam.

Com relação ao conforto acústico, a terra tem capacidade de absorver os ruídos por ter porosidade, então quando o som é refletido no piso e nas paredes eles não se confundem uns com os outros como acontece em paredes lisas. E a ventilação é um fator muito importante, tanto para a estrutura de terra quanto para usuário e, no caso da terra crua, essa ventilação ocorre também através dos vazios entre suas moléculas, dando à estrutura a propriedade muito importante de “respirar” e de renovar o ar do ambiente (SILVA, 2000).

A terra com boas propriedades para a construção compõe cerca de 70% da crosta terrestre, o que faz dela um material fácil de ser encontrado e que, em sua maioria, não sofre necessidade de passar por processos industriais e por transporte, evitando assim poluição do ar, desmatamento e a criação de mais massa de resíduo sólido.

5 CONCLUSÃO

A bioarquitetura possui características importantes para a sociedade atual por ser um método sustentável, limpo e de pouquíssimo impacto ambiental, mesmo a terra não sendo um recurso renovável, pode ser facilmente reutilizado, por retornar com facilidade à sua forma natural. Essa característica causa impacto diretamente na geração dos resíduos sólidos, já que a terra não produz praticamente nada de RCD. Além desse aspecto sustentável, vemos também características fundamentais para seu emprego, como o bom funcionamento em conforto térmico e acústico, a ventilação que a terra proporciona fazendo que a estrutura respire, por ser um material de fácil acesso e que não precisa de manejo industrial.

O referido sistema apresenta por vezes características negativas, pelo fato de ser um material “vivo”, necessitando de cuidados especiais para garantir que a construção tenha bons resultados e seja duradoura. Em geral, é necessário um grande cuidado com a umidade, com terrenos em desnível e com o reforço de suas estruturas. Outro detalhe que impede a bioarquitetura de ter uma utilização maior no mercado é o preconceito em relação ao método construtivo, por remeter às construções antigas, insalubres, de menor poder aquisitivo e esteticamente desagradável. A falta de desenvolvimento das técnicas e de pesquisa na área da tecnologia influencia também diretamente na falta de implementação desse processo que, mesmo sendo considerada simples, necessita de estudos para ser aprimorada.

Foi constatado também que a técnica veio para o Brasil pelos colonizadores europeus e aqui houve uma mescla com o modo de como os índios construíam suas edificações e como vivem nelas. A taipa é empregada até hoje em países da Europa, como França e Alemanha, e também vem sendo utilizada em algumas construções no Brasil, como é o caso do exemplo mostrado na pesquisa para identificar esse uso da bioarquitetura no país. A Casa Colinas, projetada pelo grupo FATO Arquitetura e pelo arquiteto Marcio V. Hoffmann, demonstra como a taipa pode facilmente substituir o concreto armado e os tijolos convencionais, sem que a construção perca identidade ou que tenha que mudar sua forma, ao contrário, o material trouxe harmonia a composição, fazendo a residência dialogar com seu entorno por conta de suas colorações e texturas.

Além disso, o próprio autor do projeto Marcio V. Hoffmann, comenta a necessidade da busca por métodos mais sustentáveis para combater o impacto ambiental. E, como a taipa era antigamente amplamente empregada no estado de São Paulo, demonstrou-se como uma boa escolha e solução para o projeto arquitetônico, levando em consideração também suas características favoráveis de conforto térmico e acústico para os ambientes.

Levantando todos esses pontos, é visível a importância da bioarquitetura para a construção civil e o meio ambiente, como ela pode ser implantada nas construções com facilidade e que possui diversas propriedades que auxiliam positivamente na edificação e na cidade, pelo seu bom desempenho e pelo baixo nível de desperdício em obra. A dificuldade encontrada para a falta de utilização do método foi o preconceito existente, por remeter historicamente as antigas casas edificadas pelos colonos e indígenas, além de socialmente ser considerada uma técnica que representa menor poder aquisitivo para seu usuário, que tem condições insalubres de vivência e que é pouco durável e resistente. Para combater todas essas características errôneas que foram designadas para a arquitetura de terra, foram demonstradas diversas construções antigas e que estão presentes até os dias atuais, contradizendo o que dizem a respeito de a bioarquitetura ser considerada pouco resistente e duradoura. E, com o exemplo da residência Casa Colinas, foi possível visualizar como essa técnica pode ser implementada atualmente e como ela traz consigo melhorias para a edificação, sem deixar os conceitos estéticos e tecnológicos de fora.

REFERÊNCIAS

ARCHDAILY. **Projetos. Casa Colinas / FATO Arquitetura**. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/759523/casa-colinas-fato-arquitetura>. Acesso em 21/02/2019.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. (1997) **Resolução CONAMA nº. 237**, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Ministério do Meio Ambiente: CONAMA, 1997. Diário Oficial da União. Brasília, DF: Imprensa Oficial.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. (2002) **Resolução CONAMA nº. 307**, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil. Ministério do Meio Ambiente: CONAMA, 2002. Diário Oficial da União. Brasília, DF: Imprensa Oficial.

CAVALARO, Juliana. BIOARQUITETURA. **Educere-Revista da Educação da UNIPAR**, v. 13, n. 1, 2013.

JONNES, Denna. **Tudo sobre arquitetura/Denna Jonnes**; tradução de André Fiker ... [et al.]; Rio de Janeiro: Sextante, 2014.

NEVES, Célia; FARIA, Obede Borges. **Técnicas de construção com terra**. Bauru, SP: FEB-UNESP/PROTERRA, 2011.

PINTO, Tarcísio de Paula et al. Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana. **São Paulo**, v. 189, 1999.

PONTE, M. M. C. C. **Arquitetura de Terra: o desenho para a durabilidade das construções**. 2012. Tese de Doutorado. Dissertação de M. Sc, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.

SILVA, Cláudia Gonçalves Thaumaturgo da et al. **Conceitos e preconceitos relativos às construções em terra crua**. 2000. Tese de Doutorado.