



DESCRIÇÃO DO USO DA TAIPA DE PILÃO COM TERRA ESTABILIZADA NA AUSTRÁLIA

Rodrigo Amaral do Prado Rocha¹, Pedro Henrique Melo de Oliveira²

¹Olnee Constructions, Melbourne, Austrália, arqrodrigoamaral@gmail.com

²Mestrando em Arquitetura e Urbanismo - UFU, Uberlândia, MG, Brasil, pedrohenrique@hotmail.com

Palavras chave: Construções em terra, taipa mecanizada, arquitetura contemporânea australiana, desenvolvimento de técnica construtiva

Resumo

A técnica construtiva conhecida por *rammed earth*, correspondente à taipa de pilão realizada há séculos em diversos países, na Austrália está presente há poucas décadas. Essa experiência realizada em várias regiões da Austrália acumula avanços técnicos importantes para execução de obras em taipa, sendo destacados neste estudo um pouco dos avanços relacionados aos detalhes construtivos, ao traço do material, aos cuidados na execução, à montagem das fôrmas e às manifestações patológicas de construção, que podem tanto ser apropriadas quanto pesquisadas para a taipa de pilão. O presente artigo tem o objetivo de informar e atualizar profissionais e estudantes sobre uma tecnologia em desenvolvimento que faz uso da terra como o principal material de construção, com informações relevantes para a produção contemporânea em terra. Pretende-se compartilhar experiências construtivas e projetuais que possam ser úteis à ampliação do conhecimento sobre os limites e necessidades construtivas e assim, contribuir para a pesquisa sobre sua cadeia produtiva, desde o fornecimento de material até sua manutenção. Através de um relativo acúmulo de conhecimento produzido até hoje acerca da técnica em questão, é possível romper com alguns preconceitos ou deturpações sobre o uso da terra como material de construção civil. Parte desse conhecimento e experiência é aqui compartilhado e estudado com a intenção de contribuir para a ampliação do conhecimento e divulgação da taipa de pilão contemporânea.

1. INTRODUÇÃO

Construir com terra atualmente vai ao encontro de questões fundamentais para arquitetura contemporânea, haja vista sua participação na alteração do meio ambiente, da poluição e do consumo de recursos naturais de um modo geral causados pela indústria da construção. De acordo com John, Silva e Agopyan (2001, p.92), “a indústria da construção e seus produtos consome aproximadamente 40% da energia e dos recursos naturais e gera 40% dos resíduos produzidos por todo o conjunto de atividades humanas, mas podem atingir até 75%, como no caso dos EUA”.

Este texto é sobre o uso e o desenvolvimento atuais da taipa de pilão na Austrália, mais precisamente, em experiências vivenciadas e desenvolvidas em Melbourne, estado de Victoria. Após abordar sobre a diferença entre a prática contemporânea australiana e a prática tradicional da taipa de pilão feita há séculos no Brasil, por exemplo, o artigo comenta algumas particularidades e características do projeto e da execução desta técnica.

A vasta produção de construções com terra atualmente na Austrália tem suas origens na segunda metade do século XIX, quando a taipa se torna uma técnica extremamente popular em inúmeras regiões da Austrália, essa recente produção arquitetônica com terra tem prosperado talvez pela falta de história do uso da terra em construções, o que difere de outros países onde se relaciona ao patrimônio histórico e edificações precárias ou de baixa renda.

Apesar de existirem outras técnicas em terra neste país, como o adobe, os blocos cortados e as técnicas mistas, é fato que a taipa de pilão predomina na arquitetura

contemporânea australiana, resultando em um dos países que mais investiu na regulamentação, na investigação universitária e na implementação atual de inúmeros projetos (Fernandes, 2013, p.20).

Um pouco dessa experiência australiana é contada aqui neste trabalho, que pretende descrever e comentar um pouco do uso da taipa de pilão com terra estabilizada.

2. SOBRE A PRODUÇÃO DA TAIPA DE PILÃO REALIZADA NA AUSTRÁLIA

Para iniciar a discussão sobre a produção da taipa é preciso atentar-se para uma cadeia produtiva que está estruturada em três fatores aqui ressaltados: na obtenção do material, na fabricação da fôrma e na expertise dos técnicos e construtores. Esses últimos dois pontos estão relacionados de modo inextrincável, pois foi a partir da prática de construtores e técnicos que houve o desenvolvimento do sistema construtivo, resultando na alteração da fabricação e concepção das fôrmas, componente central para a produção de paredes em taipa. Atualmente, muitos arquitetos e engenheiros australianos já sabem como projetar e calcular para o uso da taipa, o que fomenta e amplia a produção e, conseqüentemente possibilita que mais construtores saibam como trabalhar, e mais produtos e equipamentos relacionados à produção da taipa possam se aprimorar para a otimização da produção desta técnica, que pode ser destacado como importante contribuição da prática australiana.

Sobre a obtenção do material de construção, a terra, é importante pontuar que não se restringe apenas àquela presente no canteiro de obras. Na Austrália os fornecedores de solo e agregados de construção, geralmente empresas com função de fornecer material para pavimentação de vias e rodovias, localizadas nas intermediações entre campo e cidade, são responsáveis também por providenciar material para a produção da taipa. Essas empresas fornecem diferentes tipos de agregados, geralmente tipos de cascalho, sedimentos de rochas, barro arenoso e argiloso com diversas granulometrias, além de triturarem e reutilizarem concreto e tijolos maciços. A diversidade e disponibilidade de solos e agregados são fundamentais para a produção e difusão das paredes de taipa.

Depois de se observar a obtenção do material e ponderar sinteticamente sobre sua execução, concentra-se nas especificidades das fôrmas usadas para a execução das paredes, pois estas são diferentes das destinadas à construção em concreto armado. Geralmente, as fôrmas em questão são produzidas pelos próprios construtores totalmente em madeira ou com um esqueleto metálico, conforme se verá de forma detalhada no item a seguir, além das figuras 1 e 2 que ilustram os principais instrumentos e ferramentas necessárias para a realização da obra.



Figura 1. Equipamentos necessários para a execução da taipa de pilão com terra estabilizada, 2014 (Créditos: Oliver Petrovic)



Figura 2. Fabricação de fôrmas metálicas e utilização das fôrmas na execução, 2015
(Créditos: Rodrigo Rocha)

2.1. Diferenças entre o método tradicional brasileiro e o contemporâneo australiano

O método de construção australiano da taipa de pilão com terra estabilizada traz alterações importantes se comparado com a técnica tradicional de se construir com terra apiloada no Brasil. Destacam-se dois pontos principais: a estabilização da terra e a fabricação das fôrmas, sem contar a compactação mecanizada que confere efetividade e adequação à produção contemporânea.

O procedimento tradicional para a execução de obras em terra compactada é feito a partir de fôrmas de madeira travadas por guias verticais externas, fixas ou móveis, preenchidas com uma mistura de solo com estabilizantes naturais, a argila já presente no solo utilizado ou a cal.

Já a prática australiana além de utilizar cimento como principal estabilizante, utiliza travamento horizontal das fôrmas metálicas, não havendo necessidade do uso de guias externas para seu travamento. Isso permite ao construtor apiloar o material de fora, sobre plataformas metálicas apoiadas em cantoneiras também metálicas engastadas nas próprias fôrmas. Essa alteração traz importantes mudanças para o sistema construtivo de taipa de pilão, pois confere agilidade ao processo de construção, possibilitando um trabalho contínuo e eficiente. Outra alteração, em termos estéticos e econômicos, está no fato de que com essas fôrmas as paredes podem ter até 20 cm de espessura, mais esbeltas do que as realizadas pela técnica tradicional, geralmente com um mínimo de 30 cm.



Figura 3. Tipos diferentes de taipa de pilão com terra estabilizada na fachada da construtora Olnee Constructions, 2015 (Créditos: Rodrigo Rocha)

Há também mudança na concepção e desempenho estrutural da parede. Na técnica tradicional a terra apiloada se mantém por seu peso próprio, pois a resistência da parede está na grande inércia de sua massa, sendo assim, resiste apenas aos esforços de compressão, sendo assim auto-portante. Já na prática contemporânea a parede de taipa

pode funcionar de outra maneira, análoga a uma estrutura de concreto armado ela passa ser resistente a esforços de tração, devido à estabilização com cimento e com armação em barras de aço, conforme ilustra a figura 4 da execução de uma torre de 12 metros de altura.



Figura 4 - Exemplo de execução de torre de 12 metros de altura de taipa de pilão armada, 2014 (Créditos: Oliver Petrovic)

a) Fabricação e utilização da fôrma

A fôrma utilizada predominantemente na Austrália foi desenvolvida na cidade de Perth, no estado da Austrália Ocidental. Após vários anos utilizando fôrmas com estrutura de madeira com chapa de compensado, com ferramentas e equipamentos específicos (tais como: colunas de travamento, parafusos, espaçadores, andaime e outros mais), construtores verificaram que poderiam aumentar o rendimento de produção das paredes a partir da utilização de fôrmas com estrutura metálica e chapa de compensado.

Essas fôrmas possuem dimensões fixas entre 30 e 60 centímetros de altura e 240, 180, 120 ou 90 centímetros de comprimento, pesando entre 10 e 30 quilos. As fôrmas são estruturadas por peças pré-fabricadas metálicas soldadas, um padrão desenvolvido a partir da necessidade de customizar as fôrmas como mostra a figura 2. Uma chapa de compensado é parafusada no esqueleto metálico e depois, na parte superior e inferior da fôrma são feitos furos de 1,5 cm de diâmetro a cada 15 cm ao longo da maior extensão. Esta quantidade de furos facilita o processo de montagem das fôrmas, porém ao desformar, os furos ficam evidentes na face acabada das paredes. Uma camada de resina de fibra de vidro é aplicada sobre a superfície do compensado, garantindo assim sua impermeabilização, por conseguinte uma maior durabilidade à fôrma, já que, além de proteger a madeira que entra em contato com a terra, facilita a etapa final de desforma e assim garante a qualidade da superfície da parede acabada.

b) Mistura e massa ideais - os tipos de terra e uso do cimento e água

A estabilização da taipa de pilão com o uso de cimento possibilita aplicação em ambientes externos, assim como elimina a necessidade de se rebocar ou revestir a parede.

De acordo com Ciancio e Beckett (2015), a quantidade aceitável é de 5% a 15% de cimento, em termos de garantia de esforços estruturais, longevidade, estabilização e capacidade de suportar cargas em compressão. Segundo Dobson (2015), o teor de umidade é relativo ao tipo de mistura e compactação, objetivando a máxima densidade seca para se garantir uma resistência à compressão de 2,5 MPa a 5 MPa (25 a 50 kgf/cm²), o suficiente para utilizar a taipa como parede de vedação, de acordo com Middleton (1992).

Os tipos de solos utilizados na Austrália variam de acordo com as necessidades do projeto e da utilização das paredes, de acordo com Middleton (1992) normalmente se utilizam um ou dois tipos de solos, sendo estes com máximo de 2% de matéria orgânica, livre de folhas e

gravetos, entre 5% e 20% de argila, incluindo argila e silte, mínimo de 30% de areia e pedras não superiores a 40 mm e teor de umidade entre 4% e 12%. Em alguns casos utiliza-se também materiais provenientes de desperdícios e restos de construções convencionais, tais como concreto e tijolos maciços triturados.

A figura 5 mostra, à esquerda, uma parede de taipa que suporta todas as cargas da estrutura do telhado com isolante térmico embutido na parede para aumentar a resistência térmica da parede e, à direita, uma parede de taipa armada sobre um vão de janela de 1,2 m.



Figura 5. Exemplo de parede curva armada com poliestireno extrudido, resistência térmica de 2,5 m² KW, viga de taipa armada com fita de espuma de EPDM expandido como junta de dilatação, 2014 (Créditos: Oliver Petrovic e Rodrigo Rocha)

São adicionados aditivos à mistura a fim de elevar a durabilidade da parede. Sugere-se o uso de 1% de *plasticure*, um produto desenvolvido pela Techdry¹ para paredes monolíticas em solo-cimento. Ao ser adicionado à mistura da terra estabilizada, o *plasticure* garante repelência à água, sal e mofo, além de reforçar a estrutura. Esse produto também é utilizado para baixos slumps de concreto, ou seja, para concretos de baixa consistência, e sua função é garantir a resistência em longo prazo contra intempérie e deterioração. Após a desforma das paredes, nas faces externas das paredes, é aplicado um selador incolor, capaz de penetrar nos capilares e tornar o substrato repelente a água. Reduzindo a absorção a água, reduz-se a eflorescência e outros produtos à base de água que são responsáveis pela maior parte da degradação em estruturas de taipa. O fabricante garante que a aparência dos substratos e a permeabilidade ao vapor não é alterada significativamente.

Para a mistura ideal da massa utiliza-se uma mini carregadeira, que revira os materiais e garante que estes estejam bem misturados, já que, devido à baixa umidade da mistura, a betoneira ou misturador não conseguem resultado adequado, pois parte da massa fica retida, grudada em suas paredes. Além da mistura eficiente a mini carregadeira coloca o material misturado no interior das fôrmas até 3 m de altura, agilizando a execução da parede.

c) Detalhes de projeto

Conhecer as possibilidades e saber projetar para taipa de pilão é essencial para um projeto adequado às necessidades e às capacidades da técnica, que se assemelha ao concreto armado, pois se trata de paredes autoportantes, com propriedades estruturais suficientes para suportar cargas de compressão. De acordo com Ciancio e Beckett (2015), essa técnica atinge de 1 MPa (10 kgf/cm²) a 47 MPa (470 kgf/cm²) de resistência a compressão, variação dada pela granulometria dos agregados, pressão de compactação e quantidade de cimento e água no traço.

¹ www.techdry.com.au

Para se executar lareiras e fornos em taipa, utiliza-se uma fôrma metálica com a forma desejada dentro da parede, constrói-se uma parede maciça embaixo, em volta e acima da fôrma metálica. A tubulação de saída de ar deve ser centralizada e termina acima da superfície final da parede. A finalização do topo da parede em casos externos e exposto a sol e chuva deve ser aplicado uma mistura de água e *plasticure* no topo da parede, ou como executado no Brasil e em outros países, onde a última camada da parede tem uma quantidade maior de cimento.

Com um projeto executivo finalizado é possível executar as instalações elétricas e hidráulicas dentro das paredes, porém qualquer alteração futura torna-se inviável, como mostra a figura 6. Ligações com vigas e pilares estruturais possibilita a terra estabilizada interagir com outros materiais como aço e madeira, assim como com outras técnicas construtivas no caso do concreto armado, conforme ilustra a figura 7.

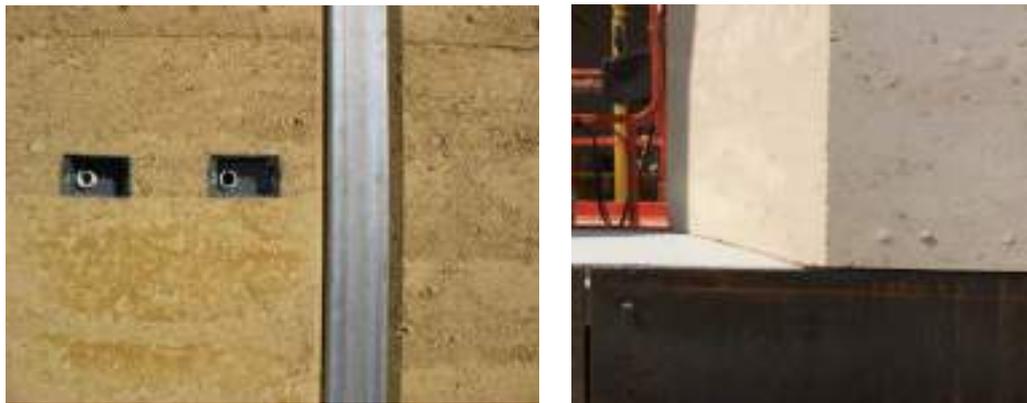


Figura 6. Exemplos de detalhes de instalação elétrica embutida, coluna metálica embutida e contraste com aço corten, 2015 (Créditos: Rodrigo Rocha)



Figura 7. Exemplos de conexões de piso em madeira e viga metálica para cobertura, 2014 (Créditos: Oliver Petrovic)

d) Detalhes de execução

A execução pode ser entendida como simples e pode ser descrita de maneira resumida por um sistema construtivo que envolve apenas quatro construtores no canteiro: dois profissionais com experiência em carpintaria, alvenaria e concreto armado, e os outros dois podendo ser iniciantes. Faz-se necessário ressaltar a importância da etapa de projeto, que define a paginação das fôrmas e distância entre juntas de dilatação, além de resolver detalhes arquitetônicos, conexões estruturais, elétricas e hidráulicas. De maneira simplificada, a execução da taipa pode ser descrita em duas etapas. Na primeira etapa é feita a montagem das fôrmas para todo o material de preenchimento ser colocado em camadas, que serão apiloadas até uma altura de 15 a 20 centímetros sucessivamente, até se atingir a altura final da parede. Percebe-se que a altura das camadas define a quantidade de linhas de compactação, evidentes na face da parede, conforme ilustra a figura 3. A segunda etapa ocorre no dia seguinte, quando é realizada a retirada das fôrmas, ou a

desforma, que marca o início do processo de cura da parede. Após esta última etapa, não há a necessidade de fazer qualquer acabamento ou impermeabilização de paredes, apesar de ser recorrente a aplicação de duas demãos de hidrofugante transparente em suas faces acabadas.

Ao iniciar a construção de uma parede coloca-se uma massa forte e espessa de cimento e água no bloco de fundação, para impermeabilizar e funcionar como transição de superfícies, além de aumentar a estabilidade da parede. Para se executar vigas em taipa utilizam-se perfis metálicos em “T” conectados a colunas metálicas dentro da parede. Sugere-se revestir a coluna metálica com material com propriedades de dilatação, como espuma de EPDM expandido, para fazer a transição de movimentos entre estrutura metálica e parede. Para executar a parede na parte acima do perfil metálico, monta-se a fôrma sobre vigotas de madeira aparafusadas na parede temporariamente, além de colunas em madeira feitas *in loco* como sustentação da viga até o momento da desforma.

A utilização de perfil metálico em “T” possibilita vãos de até 10 m (figuras 8 e 9). Para vãos com até 4 m sugere-se utilizar apenas duas barras de aço de 12 mm de diâmetro a cada 20 cm na horizontal, conectando as paredes laterais e suportando o movimento de tração da viga (figura 5).



Figura 8. Execução de taipa de pilão sobre viga metálica em “T” e colunas metálicas embutidas, 2014
(Créditos: Rodrigo Rocha e Oliver Petrovic)



Figura 9. Exemplos de execução de vigas de taipa acima de vigas metálicas em “T”, 2015
(Créditos: Rodrigo Rocha)

O tempo de cura da parede vai depender das quantidades de cimento e do teor de argila contidas na mistura, assim como condições climáticas locais; com o uso do cimento o tempo de cura e finalização da retração é relativamente menor se comparado com a técnica sem cimento. Dependendo da quantidade de água na mistura, sugere-se, em épocas ou locais com temperaturas elevadas e umidade relativa do ar baixa, umedecer as paredes nos dias seguintes à desforma, para não ocorrer retrações rápidas e bruscas, o que poderá

desencadear fissuras e trincas na parede, em função da dilatação causada pela reação química entre os componentes da mistura.

Para cobrir fissuras ou imperfeições na parede, recomenda-se esperar a cura das paredes para assim realizar alguma correção. Importante ressaltar a atenção em utilizar as mesmas proporções da mistura da parede, para não ocorrer alteração de cor ou textura na superfície corrigida. Após a cura da parede, em alguns casos, aplica-se selador incolor repelente à água nas faces externas da parede.

Com relação às fôrmas, sugere-se, portanto, uma padronização de medidas em múltiplos de 30 cm para a altura das paredes, evitando finalizar a parede dentro da fôrma. Garante-se, assim, o topo da parede em nível. Quanto à face da parede, deve-se projetar uma diagramação da posição das fôrmas, sendo elas sobrepostas ou intertravadas, pois sua posição interferirá na aparência final da parede, como mostra a figura 10.



Figura 10. Exemplos de utilizações das fôrmas e plataformas metálicas apoiadas em cantoneiras para execução de paredes em taipa de pilão, 2015 (Créditos: Rodrigo Rocha)

3. MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA

Manchas são recorrentes nas paredes de taipa, em função do tempo de cura para a estabilização da parede que depende da quantidade de argila e cimento presente na mistura. O uso de *plasticure* possibilita um acabamento uniforme e sem manchas, em função da repelência à água, porém, para se evitar as manchas, deve-se garantir que após a execução da parede não haverá nenhum material no topo da parede, que, ao entrar em contato com água poderá liberar minerais, impurezas ou químicos que irão manchar a parede interferindo na coloração da superfície, como o tanino da madeira ou ferrugem de ferro, conforme ilustra a figura 11. Em paredes externas, deve-se evitar acumular impurezas no topo das mesmas, pois a água da chuva as levará à superfície da parede, causando manchas.



Figura 11. Exemplos de manchas nas paredes decorrentes da má execução e/ou projeto, 2015 (Créditos: Rodrigo Rocha)

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mote deste breve trabalho é o de divulgação de uma possibilidade de se construir com terra atualmente. Importante frisar que o uso do cimento como estabilizante dificulta o descarte da parede em parte, já que numa cadeia produtiva estruturada, como a australiana, a parede descartada pode ser triturada e reutilizada como agregado para outras finalidades ou mesmo para outras paredes com terra estabilizada.

Apresentou-se de forma resumida as características básicas da técnica construtiva taipa de pilão com terra estabilizada, reunindo informações e dados que podem auxiliar na pesquisa acerca das técnicas que utilizam a terra como material de construção.

O solo, apesar de ser proporcionalmente o material mais utilizado do mundo em construções, nos mercados habituais do Brasil ainda é classificado como um material alternativo e primitivo. Grande parte dos arquitetos, engenheiros e construtores hesita em utilizar técnicas de construção com terra em projetos, por não conhecerem as aplicações e possibilidades atuais do uso desse material encontrado em abundância. Apresentar como é possível construir com terra atualmente foi, por isso, mote principal do artigo.

Esse artigo retratando exemplos australianos, que possuem uma cadeia produtiva desenvolvida em construção com taipa, é escrito sob o olhar do arquiteto que possui experiência no uso da taipa no Brasil e na Austrália, compreendendo assim as necessidades do mercado local e as potencialidades do sistema construtivo em questão, disponibilizando informações de projeto e construtivas da taipa de pilão, como estão sendo desenvolvidos e empregados na produção arquitetônica contemporânea na Austrália.

Para se promover o uso desta técnica, deve-se fomentar o conhecimento teórico e prático além de proporcionar informações técnicas acerca do uso e aplicabilidade dessa técnica construtiva, que alia um conhecimento tradicional com o atual desenvolvimento da tecnologia.

É essencial construir para compreender o processo de execução de uma parede de taipa, assim como projetar para otimizar os detalhes construtivos e aperfeiçoar o desenvolvimento da técnica. Espera-se, com este estudo, incentivar a pesquisa e a aplicação desta técnica construtiva no meio acadêmico e profissional, ampliando a utilização da terra crua ou estabilizada como maneira de mitigar o impacto ambiental provocado pela indústria da construção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ciancio, D.; Beckett, C. (2015). *Rammed earth construction, cutting-edge research on traditional and modern rammed earth*. Perth, Australia: CRC Press.

Dobson, S. (2015). *Rammed earth in the modern world*. In: Ciancio, D.; Beckett, C. (Eds) *Rammed earth construction, cutting-edge research on traditional and modern rammed earth*. Perth, Australia: CRC Press.

Fernandes, M. (2013). *A taipa no mundo*. Portugal: CEAUCP/CAM Centro de Estudos Arqueológicos das Universidades de Coimbra e Porto/Campo Arqueológico de Mertola

Jonh, V. M.; Silva, V. G.; Agopyan, V. (2001) *Agenda 21: uma proposta de discussão para o construbusiness brasileiro*. II Encontro nacional e I Encontro Latino americano sobre edificações e comunidades sustentáveis. Canela, Brasil: ANTAC/UFRGS, p. 91- 98.

Middleton, G.F. (1992). *Bulletin 5. Earth wall construction*. Fourth Edition, North Ryde, Australia: CSIRO Division of Building, Construction and Engineering

AGRADECIMENTOS

A gratidão se estende a todos que colaboram com o uso e incentivo de construções com terra atualmente, especialmente, Oliver Petrovic pelo conhecimento compartilhado e pratica de mais de 30 anos construindo e promovendo taipas mecanizadas na Austrália.

AUTORES

Rodrigo Rocha, arquiteto e urbanista, atua como arquiteto projetista na *Olnee Constructions* em Melbourne, Austrália. Graduado pela Escola da Cidade, São Paulo em 2011. Possui formação complementar em Permacultura, PDC realizado na UNESP-Botucatu em 2011.

Pedro Henryque Melo, arquiteto e urbanista, mestrando em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Uberlândia – UFU. Graduado pela Universidade Estadual de Goiás – UEG em 2015. Possui formação complementar em Permacultura, PDC realizado na UNESP-Botucatu em 2011.