

UFMG
ESCOLA DE ARQUITETURA
ESPECIALIZAÇÃO EM SISTEMAS TECNOLÓGICOS E SUSTENTABILIDADE
APLICADOS AO AMBIENTE CONSTRUÍDO

DANIELA DE ASSIS FERNANDES

ANÁLISE DA VIABILIDADE DO USO DO COB COMO TÉCNICA DE
AUTOCONSTRUÇÃO: ESTUDO DE CASO EM SÃO JOAQUIM DE
BICAS/ MG

BELO HORIZONTE

2019

DANIELA DE ASSIS FERNANDES

Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização em Sustentabilidade do Ambiente
Construído, da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG.

Orientadora Temática: Sofia Araújo Lima Bessa

Orientadora Metodológica: Maria Luíza de Almeida Cunha de Castro

BELO HORIZONTE

2019

FICHA CATALOGRÁFICA

F363a Fernandes, Daniela de Assis.
Análise da viabilidade do uso do cob como técnica de autoconstrução [manuscrito] : estudo de caso em São Joaquim de Bicas (MG) / Daniela de Assis Fernandes. - 2019.
59 f. : il.

Orientadora: Sofia Araújo Lima Bessa.

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura.

1. Arquitetura sustentável. 2. Arquitetura de habitação. 3. Arquitetura de terra. 4. Assentamentos rurais. I. Bessa, Sofia Araújo. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Arquitetura. III. Título.

CDD 692.22



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ARQUITETURA - EAUFMG
Rua Paraíba, 697 – Funcionários
30130-140 – Belo Horizonte – MG - Brasil

Telefone: (031) 3409-8823

FAX (031) 3409-8822

ATA DA REUNIÃO DA COMISSÃO EXAMINADORA DE TRABALHO DE MONOGRAFIA DA ALUNA DANIELA DE ASSIS FERNANDES, COMO REQUISITO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DO CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM AMBIENTE CONSTRUÍDO SUSTENTÁVEL

Às 14 horas do dia 30 de setembro de 2019, reuniu-se na sala 324 da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, em seção pública, a Comissão Examinadora composta pela Professora Doutora Sofia Araújo Lima Bessa, Orientadora-Presidente, e pela Professora Doutora Marcela Silviano Brandão Lopes (convidado externo), designada pela Comissão Coordenadora do Curso de Especialização em Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade Aplicados ao Ambiente Construído, para avaliação da monografia intitulada “Análise da viabilidade do uso do cob como técnica de autoconstrução: estudo de caso em São Joaquim de Bicas/ MG” de autoria da aluna Daniela de Assis Fernandes, como requisito final para obtenção do Certificado de Especialista em Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade Aplicados ao Ambiente Construído. A aluna apresentou o trabalho e depois foi arguida pelos membros da Comissão Examinadora. Em seguida, a referida Comissão reuniu-se em seção privada e, por unanimidade, concluiu que a monografia atende às exigências para a obtenção do Certificado de Conclusão do Curso, desde que sejam feitas as revisões assinaladas pelos membros da banca e registradas nesta ata. Os pontos a serem considerados nas correções são: i) revisar e inverter a ordem dos objetivos específicos; e ii) inserir mais figuras dos estudos-de-caso abordados. A citada comissão estipulou o prazo de 30 de novembro de 2019, para que essas correções/alterações pontuais sejam feitas. Após a aprovação final, a banca deverá recomendar a aprovação da aluna e que seja encaminhado 01 exemplar impresso e 01 exemplar digital para a Biblioteca da Escola de Arquitetura e 01 exemplar digital para a Biblioteca da UFMG.

Nota Final: 95 / Conceito A.

Belo Horizonte, 30 de setembro de 2019

Professora Doutora **Sofia Araújo Lima Bessa**
Orientador-Presidente

Professora Doutora **Marcela Silviano Brandão Lopes**
Membro Titular

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer aos meus pais, Sônia e Apolônio, por serem meus maiores incentivadores e exemplos de pessoas íntegras, batalhadoras e fortes.

À minha irmã Juliana, por se alegrar com as minhas vitórias, me consolar nos momentos tristes e ter cuidado de mim durante toda a minha vida.

Aos meus irmãos João e Arthur, por toda alegria que trazem aos meus dias.

Aos meus amigos Bárbara, Danielle, Maíza, Gabriella, Júlia, Juliana, Murilo e Larissa, pela presença constante em minha vida, fonte de compreensão, apoio, diversão, amor e felicidade.

À minha orientadora Sofia Bessa, por toda dedicação e paciência durante as orientações, por ter exigido mais de mim, por ter acreditado na minha ideia, por ter me dado confiança para sair da minha zona de conforto e fazer um trabalho do qual eu me orgulho.

E principalmente a Deus, por ter me concedido a oportunidade de conhecer todas essas pessoas maravilhosas.

RESUMO

Este trabalho consiste na análise da viabilidade do uso do cob como técnica de autoconstrução no acampamento Pátria Livre, no município de São Joaquim de Bicas. O cob é um material de construção composto pela argila, areia, água e palha e a sua técnica de construção consiste em moldar edifícios através do barro homogêneo e plástico. Esta técnica poderia ser uma estratégia para reduzir o déficit habitacional local. Para tal, foram realizados estudos preliminares da técnica em questão, análise de estudos de caso, entrevistas semiestruturadas com moradores da ocupação, coleta e análise de solo e apresentação da técnica à comunidade. Ao final, pode-se concluir que fornecendo ajuda técnica às famílias, o cob poderia ser utilizado para a construção de casas no acampamento.

Palavras-chave: Cob; Arquitetura de terra; Autoconstrução; Ocupação.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Casa de sob no sudoeste da Inglaterra	19
Figura 2: Casa de cob	20
Figura 3: Casa de cob	20
Figura 4: Interior de uma casa de cob.....	24
Figura 5: Planta de uma casa de cob com alcovas.....	25
Figura 6: Desenho de corte de uma parede de cob, mostrando o encaixe do telhado, do segundo andar e a fundação.....	26
Figura 7: Construção da parede de cob, com detalhe na fundação e os caixilhos das janelas.....	26
Figura 8: Pessoas misturando o barro com os pés	27
Figura 9: Pessoas construindo casa de cob.....	28
Figura 10: Exterior do chalé de cob, vista lateral	29
Figura 11: Vista frontal da Cob Cottage	29
Figura 12: Sala de estar da Cob Cottage.....	30
Figura 13: Macrozoneamento do Plano Diretor de São Joaquim de Bicas (2004)....	31
Figura 14: Zoneamento Urbano do Plano Diretor de São Joaquim de Bicas (2012). 32	
Figura 15: Zoneamento Urbano do Plano Diretor de São Joaquim de Bicas (2016). 32	
Figura 16: Ocupação Pátria Livre, no município de São Joaquim de Bicas	33
Figura 17: Casas do Assentamento Rural Sepé Tiaraju em 2006.....	35
Figura 18: Mercado e secretaria do acampamento.....	42
Figura 19: Casa de madeirite e lona	44
Figura 20: Escola	44
Figura 21: Secretaria e escola	44

Figura 22: Núcleo do acampamento e área visitada	47
Figura 23: Pontos de coleta de solo dentro do núcleo central.....	47
Figura 24: Amostras iniciais	48
Figura 25: Junção das amostras	49
Figura 26: Divisão da amostra em quatro partes	49
Figura 27: Junção das amostras em duas partes	49
Figura 28: Modelo de teste de sedimentação.....	50
Figura 29: Teste de sedimentação em processo	50
Figura 30: Teste queda da bola em processo.....	51
Figura 31: Comparação entre dois tipos de solo.....	51
Figura 32: Resultado do teste de sedimentação	52
Figura 33: Resultado do teste da queda da bola.....	52
Figura 34: Apresentação do cob à comunidade.....	53
Figura 35: Cartilhas	54

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVAS	10
1.1 Objetivos	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1 Arquitetura de terra	13
2.2 Técnicas de construção com terra	15
2.3 O cob: origem, vantagens e desvantagens da técnica.....	17
2.3.1. Comportamento mecânico do cob.....	23
2.3.2. Design com o cob.....	24
2.4. Construção feita com cob - Cob Cottage	29
3. SÃO JOAQUIM DE BICAS: CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÔMICAS, CLIMA E LEGISLAÇÃO	30
4. ESTUDOS DE CASO - EXPERIÊNCIAS DO USO DE TÉCNICAS DE CONSTRUÇÃO COM TERRA EM OUTROS ASSENTAMENTOS.....	34
4.1. Assentamento Rural Sepé Tiaraju - Serra Azul/SP	34
4.2. Assentamento 12 de Outubro (Horto Vergel) - Mogi Mirim/ SP.....	36
4.3. Assentamento Olga Benário – Visconde do Rio Branco/Minas Gerais	38
5. MÉTODOS	40
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	42
6.1. Visita de campo e aplicação do questionário	42
6.2. Coleta e análise do solo	46
6.3. Apresentação do cob à comunidade	52
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVAS

O cob é um material de construção composto por argila, areia, água e palha e a técnica consiste em unir o barro mecanicamente, misturando os componentes até obter-se uma mistura homogênea e plástica. A edificação é moldada através de compactação, fazendo bolas com o barro, apertando-as ou lançando-as. É uma técnica primitiva, que não exige muitas ferramentas, apenas pá, enxada, pés e mãos (MINKE, 2008). É ideal para construções feitas em mutirão, a técnica é simples e pode ser executada por crianças, adultos e idosos.

O tema deste trabalho é a proposta da utilização do cob como técnica construtiva na ocupação Pátria Livre, no município de São Joaquim de Bicas, em Minas Gerais.

O acampamento foi organizado pelo Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST) e surgiu em março de 2017, sendo parte do movimento “Corruptos, devolvam nossas terras”, instalado em uma fazenda da MMX, do empresário Eike Batista. Atualmente, ocupa uma área de mais de 700 hectares e conta com 600 famílias. Os ocupantes da Pátria Livre possuem moradias informais e têm acesso escasso a serviços de educação, saúde e infraestrutura.

O município em que o acampamento está instalado já possuía um grande déficit habitacional, antes mesmo das ocupações acontecerem. Este é um problema a nível nacional, já que no Brasil os programas habitacionais existentes não conseguem suprir a demanda de moradia. De acordo com a Fundação João Pinheiro, com base na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, do IBGE, o déficit habitacional brasileiro estimado no ano de 2015, foi de 6.355.743 milhões de moradias (FJP, 2015).

Nas últimas décadas, o interesse por construções sustentáveis vem crescendo exponencialmente, devido às alarmantes notícias sobre o aquecimento global e suas consequências para o planeta. Desta forma, tem-se apostado em soluções mais ecológicas nos projetos arquitetônicos. Um grande exemplo deste conceito de sustentabilidade aplicado à construção civil é a busca pela arquitetura vernácula, em que são utilizados materiais locais na edificação, tendo em vista o ambiente na qual ela se encontra. A arquitetura de terra é um exemplo de arquitetura vernácula (LITTLE,

MORTON, 2001). Ela se caracteriza pela matéria-prima em abundância, o baixo custo das construções e a sua harmonia com o ambiente na qual ela é desenvolvida. A terra é frequentemente associada a sistemas construtivos primitivos, mantida pela necessidade de morar de várias populações ao longo de milhares de anos. (NEVES; FARIA, 2011).

Com a industrialização do século XIX, as técnicas de construção com terra foram sendo gradativamente abandonadas, porém as pessoas com poucos recursos financeiros, que tinham menos acesso aos produtos industrializados, seguiram fazendo uso das técnicas antigas, como adobe, pau-a-pique e taipa de pilão. (BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, 2008). Com isto, essas técnicas foram associadas à população de baixa renda, o que gerou um preconceito, que permanece até os dias de hoje. A preocupação com o meio ambiente, porém, está fazendo com que haja uma mudança de visão perante as técnicas de terra e, atualmente, pesquisadores buscam aliar essas técnicas a inovações tecnológicas de sistemas construtivos, unindo simplicidade e eficácia (NEVES; FARIA, 2011).

A terra é uma das matérias-primas que mais respeitam o meio ambiente, tanto na construção do edifício, quanto ao longo de sua vida útil. As técnicas de terra são uma possibilidade de se alcançar o ambiente sustentável, que satisfazem as necessidades atuais de moradia, garantindo que as gerações futuras também possam satisfazer as mesmas necessidades (BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, 2008).

A construção de ambientes sustentáveis traz autonomia às comunidades, já que através desta, as comunidades não dependeriam de grupos ou pessoas de fora. O domínio das técnicas construtivas mais sustentáveis é um passo rumo à liberdade (BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, 2008).

As construções de terra são ideais para autoconstrução, pois desde que o processo seja supervisionado por uma pessoa com experiência, as técnicas podem ser executadas por não profissionais (MINKE, 2008). Além disso, as construções de terra crua compõem ambientes agradáveis, pois controlam a entrada e a saída de calor e de umidade.

Na maioria dos programas habitacionais brasileiros são construídos o mesmo tipo de casa no norte e no sul do país, sem considerar as diferenças climáticas, culturais e sociais das regiões. A arquitetura tradicional constrói de acordo com o clima e ambiente natural. Desta forma, seria uma boa opção aliar a arquitetura de terra à construção de moradias em larga escala (BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, 2008).

O *cob*¹, material escolhido para a análise da viabilidade do uso da arquitetura de terra em autoconstrução, esculpe estruturas monolíticas de terra e possui uma técnica de construção simples, economicamente viável, ecológica e poderia ser uma boa opção para ser utilizado em futuras habitações na ocupação Pátria Livre.

Os próprios moradores do acampamento poderiam construir suas casas, em comunidade, utilizando a terra que se encontra disponível no terreno ocupado, além da palha de gramíneas locais, como a braquiária. Com isso, a demanda por moradias no acampamento poderia ser suprida de forma sustentável, sendo promovido, assim, o desenvolvimento social destas famílias, causando o mínimo impacto possível no meio ambiente.

1.1 Objetivos

Analisar a viabilidade da utilização do cob como técnica de autoconstrução, tendo como estudo de caso a Ocupação Pátria Livre, no município de São Joaquim de Bicas, em Minas Gerais.

Como objetivos específicos, tem-se:

- Investigar as diretrizes do assentamento Pátria Livre e a viabilidade da autoconstrução com técnicas vernáculas, utilizando o cob na área da fazenda ocupada.
- Identificar as características e determinar as vantagens e desvantagens da Arquitetura de terra, sobretudo o cob.

¹ Cob é um termo inglês para “construção de lama”.

- Realizar levantamento do comportamento mecânico do cob, sua resistência e durabilidade, em comparação com outros materiais da construção civil.
- Analisar o contexto histórico socioeconômico de São Joaquim de Bicas e determinar a relevância da proposta no município.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para o referencial teórico deste trabalho foram realizadas pesquisas bibliográficas acerca dos métodos de arquitetura de terra, tais como o cob, adobe, taipa de pilão, pau-a-pique e superadobe. Além disso, o cob foi estudado sobre os aspectos do comportamento mecânico, design e passo a passo para a sua construção.

2.1 Arquitetura de terra

A terra tem sido um material de construção civil utilizado há milhares de anos. De acordo com Minke (2006), foram descobertas casas de adobe no Turquestão que datam de 6000 a 8000 anos a.C. A terra foi utilizada como material de construção de todas as culturas antigas, não só em residências, mas também em edifícios religiosos. Vários desses edifícios ainda estão de pé, como as abóbadas no Templo de Ramsés II em Gourná, no Egito, construídas com tijolo de barro há 3200 anos atrás, e mesquitas na África, como a mesquita em Nando, Mali, do século IX (MINKE, 2008).

Aliada a tecnologias modernas, a terra pode ser uma boa opção de material para edifícios, em resposta à gradual preocupação com a poluição do meio ambiente, grande parte causada pela construção civil e seus materiais convencionais, principalmente o cimento.

A arquitetura sustentável nas últimas décadas vem procurando se aprofundar no conceito de arquitetura vernácula, que consiste em utilizar materiais locais adequados

ao ambiente em que determinado edifício será inserido (LITTLE, MORTON, 2001). A terra é uma aplicação viável deste conceito, pois pode ser encontrada no próprio terreno, sendo que há um tipo de técnica mais adequada para os variados tipos de solos existentes (LITTLE, MORTON, 2001).

A terra não é um material padronizado, de forma que dependendo de um local para o outro, as características do solo podem ser diferentes, por isso é necessário conhecer a composição específica de cada região. Existem diversos testes para se analisar a composição da terra, como a análise combinada por peneiração e sedimentação, teste do conteúdo da água, teste de cheiro, teste da mordidela, teste de lavagem, teste de sedimentação e teste soltando a bola. (MINKE, 2008). No entanto é possível alterar os compostos de terra, adequando-a às circunstâncias encontradas no terreno. Para solos com baixo conteúdo de argila, se adiciona barro com alto teor de argila, argila pura ou em pó à mistura úmida.

O barro, como matéria-prima, possui inúmeras vantagens, tais quais: regulamentação da umidade do ambiente entre 40 a 70%, faixa ideal para humanos, e armazenamento de calor, de forma a equilibrar o clima interior de edificações localizadas em zonas climáticas onde as diferenças de temperatura são amplas. O barro é reutilizável e praticamente não polui, já que a energia utilizada para a construção de edifícios de terra é 1% da energia de transporte e produção de tijolos cozidos e concreto armado (MINKE, 2008). Além disso, o barro é abundante e disponível.

Uma desvantagem do barro é a possível ocorrência de fissuras nos edifícios de terra, pois o barro se contrai quando a água evapora e ele seca. É necessário também sempre proteger as construções da chuva e da geada, especialmente quando o barro ainda está úmido, pois este não é impermeável e caso a edificação não seja protegida, há risco de colapso, já que o contato direto com a água causa expansão no barro e este perde o seu estado sólido (MINKE, 2008).

Enquanto em contato com a água o barro se abranda, sob a influência de vapor este absorve a umidade, mas permanece sólido e mantém sua rigidez. (MINKE, 2008). Os variados solos reagem de forma diferenciada às intempéries. O barro arenoso, por exemplo, é resistente ao frio quando o edifício não possui fissuras, porém apresenta

pouca resistência contra chuva. O barro com grande teor de argila é suscetível à erosão com baixas temperaturas, porém se a construção não possuir fissuras, é praticamente resistente à ação da chuva (MINKE, 2008).

Para a estabilização da construção de terra contra os efeitos da água, podem ser adicionados ao barro materiais como o cimento, betume e silicato de sódio, em barros com pouca argila e a cal, em barros argilosos. A cal e o cimento também aumentam a resistência à compressão, porque eles interferem na coesão dos minerais da argila. Produtos animais como o sangue de boi, urina e esterco também podem ser adicionados (MINKE, 2008).

A redução do surgimento de fissuras é feita através da diminuição da retração, alcançada com a adição de fibras à mistura de terra, já que as fibras aumentam a coesão da mesma (MINKE, 2008).

O isolamento térmico em edifícios de barro pode ser aumentado se forem adicionados à mistura materiais porosos como a palha, algas marinhas, cortiça, fibras vegetais leves, pedra-pomes, argila expandida, vidro expandido, serragem, casca de grãos e aparas de madeira. É preferível utilizar fibras rígidas que não se deformam facilmente, para manter o ar encapsulado e a longitude das fibras não deve ser maior que a da espessura das paredes (MINKE, 2008).

O barro a ser utilizado em edifícios de terra deve possuir resistência à compressão de 20 a 50 kg/cm². A resistência à flexão dependerá do conteúdo da argila e dos tipos de minerais presentes na mesma. Estruturas de terra não devem se submeter à tração. Não há legislação brasileira que normatize a performance mecânica da terra como elemento construtivo, por isso o parâmetro utilizado neste trabalho é a norma alemã DIN 18954, que permite prédios de terra no máximo dois andares (MINKE, 2008).

Algumas das técnicas utilizadas de construção de terra são: adobe, superadobe, hiperadobe, taipa de pilão, taipa de mão, cob, solo-cimento, entre outras.

2.2 Técnicas de construção com terra

O conceito mais difundido de arquitetura vernácula trata da busca por materiais locais disponíveis em cada região para construir edifícios. Como a terra é uma matéria-prima abundante, ao longo dos anos surgiram várias técnicas de construção que a utilizam. Este tópico vai discorrer sobre algumas das principais técnicas de arquitetura de terra.

O adobe é uma das técnicas mais utilizadas no Brasil e consiste em tijolos de barro e palha, que são moldados e secos naturalmente. O uso desta técnica é facilitado, já que quase todos os profissionais da construção civil sabem assentar uma parede de blocos. O adobe é composto de areia, argila, água e palha, e são necessários madeira e prego para a fabricação de suas formas (MINKE, 2008).

Para se fazer um tijolo de adobe o primeiro passo é coletar o solo em um local próximo a obra, misturar com água e amassar a terra com os pés até que se obtenha uma mistura homogênea e plástica, que permita que o barro seja moldável. Aplica-se o capim cortado, se for o caso, que funciona como uma armação e também garante um bom conforto térmico à construção. Depois de amassar, coloca-se o barro nas formas de madeira, que possuem 40 cm de comprimento, 20 cm de largura e 15 cm de altura. Antes do lançamento da terra nos moldes, é necessário que estes sejam molhados, para evitar que a argila grude neles. Quanto mais forte for o lançamento de barro nas formas, melhores serão a compactação e resistência dos tijolos. Depois que a terra está dentro dos moldes, é feita a uniformização do material com as mãos, madeira, palheta ou arames (MINKE, 2006).

O último passo é deixar o tijolo secar ao sol durante dez dias, virando-o a cada dois dias. (BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, 2008). Algumas vantagens do adobe são: facilidade de fabricação, material com boa capacidade isolante, permite diversidade de formas, é 100% reciclável, não requer mão-de-obra especializada, os moldes para a fabricação são econômicos e a técnica é bastante conhecida. (NEVES, FARIA, 2011).

As principais desvantagens são: requer esforço humano considerável e grande área para a secagem, já que os tijolos precisam secar na sombra, por 28 dias. São necessários 2 mil tijolos, em média, para se construir uma casa de 42 m² e duas pessoas produzem, no geral, 200 tijolos por dia. Ou seja, seriam necessários 20 dias para que esses tijolos fossem fabricados e mais 28 dias para a secagem dos mesmos. (NEVES, FARIA, 2011). Além disso, é necessário a utilização de muita água na sua fabricação e é difícil conseguir as dimensões regulares dos blocos artesanalmente.

A taipa de mão, também conhecida como pau-a-pique ou taipa de sebe, é uma técnica trazida pelos portugueses para o Brasil e é muito utilizada principalmente no meio rural. Ela consiste na construção de um quadro de galhos, em que os verticais são fincados no chão e os horizontais são encaixados ou amarrados nos verticais e este quadro é preenchido por uma trama de galhos ou bambus. As tramas são preenchidas por um barreamento, que deve ser feito com terra arenosa para não trincar. A fundação do edifício feito de taipa de mão deve ser de pedra ou concreto (BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, 2008).

A taipa de mão não tem função estrutural, devendo ser utilizada apenas como vedação. Dessa forma, seria necessário estruturar o edifício planejado com pilares e vigas de madeira ou outro material adequado à obra.

Uma outra técnica muito antiga e bastante utilizada no Brasil, sobretudo na construção de igrejas no período colonial, é a taipa de pilão. Este método consiste em socar a terra com um pilão em uma forma, chamada de taipal. São compactadas camadas de 10 a 15 cm, até que a terra esteja bem comprimida. Após a compactação a espessura de cada camada é tipicamente de 6 a 10 cm.

As dimensões do taipal variam de 1,0 a 1,5 metros de altura e 2,0 a 4,0 metros de comprimento. À medida que o nível da terra atinge a parte alta do taipal, é desmontado e montado novamente no alto da parede para que a construção continue. As paredes feitas de taipa têm entre 30 e 120 cm de espessura (BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, 2008).

Algumas vantagens dessa técnica são a grande resistência mecânica que as paredes adquirem e a excelente inércia térmica que as paredes feitas com essa técnica

possuem. (NEVES, FARIA, 2011). Pesquisas revelaram que as paredes de terra de pilão são mais resistentes a terremotos do que as paredes de alvenaria de adobe em 40%. (MICCOLI, MULLER, FONTANA, 2014). A desvantagem da taipa de pilão para o acampamento Pátria Livre é a necessidade de se construir a forma e a utilização de equipamentos mais pesados na construção das paredes.

Outra técnica de construção com terra é o superadobe, em que sacos com terra comprimida formam paredes e coberturas. Os materiais e ferramentais utilizados para este tipo de construção são terra local, sacos de ráfia, em rolo ou individuais, arame farpado, tubo de 25 cm de diâmetro ou balde sem fundo para injetar a terra nos sacos, pilões, martelo de borracha, enxada e pá (MINKE, 2008).

Entre as técnicas de construção com terra já mencionadas, o cob foi escolhido pela simplicidade de execução, pelo caráter estético único das construções feitas com este método e por suas edificações poderem ser construídas em regime de mutirão por homens e mulheres adultos, crianças e até idosos.

2.3 O cob: origem, vantagens e desvantagens da técnica

Cob é uma técnica de construção em que o terreno é escavado, misturado com água e esculpido à mão, enquanto ainda maleável, formando uma estrutura monolítica que suporta cargas. Construir com o cob é semelhante a esculpir com argila, sendo possível modelar formas orgânicas, paredes curvas e arcos, já que não são necessários moldes retangulares (EVANS, 2002).

Cob é um termo inglês para “construção de lama”. Não se sabe ao certo quando as primeiras construções surgiram na Inglaterra, mas é conhecido que elas estão lá desde pelo menos o século XIII e o material continuou sendo utilizado até o século XIX, quando os tijolos se tornaram comuns (Figura 1) (EVANS, 2002).

Figura 1 - Casa de cob no sudoeste da Inglaterra



Fonte: Traditional British Style Cob Buildings (2019)

O cob inglês era feito de subsolo misturado com palha, água, areia ou pedra, e muitas vezes o giz ou a cal eram adicionados. As paredes normalmente eram erguidas podendo ir até sete metros, mas usualmente menos do que isso. Aberturas para portas e janelas eram construídas à medida em que as paredes cresciam, com vergas de pedra ou madeira (EVANS, 2002).

No final do século XIX as construções de cob passaram a ser vistas como primitivas e perderam popularidade, mas a partir do século XX, elas passaram a ser vistas como portadoras de caráter tradicional e valor histórico. O cob adquiriu novamente importância como material de construção a partir da década de 1980 e sua utilização tem tido grande ascensão desde então (EVANS, 2002). Nas figuras 2 e 3 são apresentados exemplos de casas de cob.

Figura 2 - Casa de cob



Fonte: Natural homes (2019)

Figura 3: Casa de cob



Fonte: Sood, Gaurav (2019)

Acredita-se que uma boa construção de cob deve possuir os seguintes componentes com estas concentrações: 30 a 40% de cascalho, 25 a 30% de areia, 10 a 20% de silte e 10 a 25% de argila (KEEFE, 1992). A areia ocupará os vazios entre os cascalhos, e o silte, ainda mais fino que a areia, ocupará as lacunas restantes, e a argila garantirá a coesão do composto. É muito importante que algum material fibroso seja adicionado à mistura, pois ele garantirá que o material seque uniformemente, sem rachaduras de contração, além de ser um reforço estrutural e térmico (GOODHEW, 2000).

Algumas opções de fibra são: palha, trigo, aveia, urze, cabelo de animal, feno e galhos. A água também é utilizada no composto, porém a maior parte evapora, sendo assim difícil calcular a quantidade exata de água utilizada (WATSON, MCCABE, 2011).

As paredes de cob possuem espessura que varia de 60 a 90 cm e normalmente são assentadas sobre base de alvenaria de pedra, removidas do subsolo (EVANS, 2002).

O uso do cob como material estrutural de construção possui algumas desvantagens, como: por ser um composto que possui bastante argila, componente pobre em drenagem, a água drenará muito lentamente, e conseqüentemente, a presença de água pode danificar a estrutura do edifício. Por isso dá-se a necessidade de se construir em base de pedra e projetar os telhados com beirais avantajados. (EVANS, 2002).

O cob possui uma limitação estrutural, já que a grande maioria das construções de cob encontradas têm no máximo dois pavimentos e são adequadas apenas para construções *in situ*, já que não haveria o transporte da terra, por questões de sustentabilidade. Além disso, o material precisa de alta manutenção, não pode ser utilizado em regiões com grande atividade sísmica, necessita maior espessura da parede e é menos durável como material de construção, se comparado aos materiais convencionais (PACHECO-TORGAL, JALALI, 2012).

Quando bem compactadas, misturadas com as proporções corretas dos componentes e recebendo a adição de palha, as paredes de cob demonstram resistir totalmente às condições iniciais de inundação. Entretanto, a duração em que essa estrutura continuará intacta ainda está sendo estudada. (EVANS, 2002).

Com manutenção, reparos adequados e sendo protegida do impacto da água da chuva, a construção de cob tem grande durabilidade, tendo em vista que há exemplos de construções de cob centenárias ainda em bom estado (EVANS, 2002).

A técnica cob possui inúmeras vantagens, tais como: baixa toxicidade do material e a construção de terra não está associada aos efeitos negativos dos COVs (compostos orgânicos voláteis). Dessa forma, os ocupantes desses edifícios têm uma qualidade do ar interno superior quando comparado a outros materiais (WARGOCKI, 1999).

O cob possui elevada capacidade higroscópica, ou seja, é capaz de regular a umidade interna do edifício (HARRIS, 2008) e mantê-la entre 40 a 60%, a faixa mais adequada para a saúde humana. (WARGOCKI, 1999). O cob é resistente ao vento, já que a solidez do material protege a casa como um porão a tornados, ciclones e furacões (nessas condições é necessário utilizar um telhado pesado e ancorá-lo muito seguramente nas paredes) (EVANS, 2002).

As massivas paredes de cob absorvem o calor durante o dia, e o liberam durante a noite, quando a temperatura cai, característica muito importante para construções em locais quentes e secos. O calor flui através das paredes 2,54 cm por hora, então em uma parede de 60 cm são necessárias aproximadamente 24 horas para transmitir o efeito do calor por completo. Então em condições de exposição ao sol, uma parede de 60 cm pode manter o ambiente fresco durante todo o dia (EVANS, 2002).

O cob é uma excelente opção para um orçamento baixo, pois a matéria-prima já se encontra sob o solo, é uma técnica simples o suficiente para ser aprendida praticando e quase nada é irreversível. Pode ser construído também por mulheres, crianças e idosos, porque não possui componentes tóxicos, não necessita ferramentas mecânicas, pesadas e afiadas (EVANS, 2002).

Uma grande vantagem do cob, e outras técnicas de arquitetura de terra, é que possui a metade da energia incorporada (medida da intensidade energética utilizada pelo material durante sua vida útil - extração, produção e transporte) de outros materiais convencionais de construção, como a madeira, concreto, aço, tijolo cerâmico e concreto (LOURENÇO, 2002).

Isso ocorre em grande parte porque a utilização do cob não despende energia de transporte, pelo fato da matéria prima ser extraída in loco, entre outros motivos. A vantagem final e muito importante do cob é que quando demolida, a construção de terra simplesmente retorna à terra. (LOURENÇO, 2002).

2.3.1. Comportamento mecânico do cob

Os edifícios de terra necessitam de grande manutenção, pois estão propensos à erosão causada pela chuva, e à fragmentação e redução da seção transversal, quando os sais são transportados por ação capilar. Além disso, o cob é suscetível a rachar sob elevada tração e compressão e possui o mais baixo módulo de elasticidade entre os materiais de terra que suportam cargas, com valores entre 200 e 500 MPa, ou seja, o cob tem alta deformabilidade com tensões relativamente baixas (MICCOLI, MULLER, FONTANA, 2014)

A resistência à compressão do material está entre 0,5 e 1,5 MPa (MICCOLI, MULLER, FONTANA, 2014), sendo que o mínimo exigido pelo INMETRO é 1,0 MPa para compressão de materiais (INMETRO, 2001). Por esse motivo, não se recomenda construir edifícios de cob com mais de dois pavimentos. Por ter um alto teor de fibra, o cob geralmente tem uma densidade entre 1200 e 1700 kg/m³ e possui bom comportamento de cisalhamento (MICCOLI, MULLER, FONTANA, 2014).

As propriedades mecânicas de materiais feitos de terra dependem do seu teor de umidade, havendo uma grande correlação entre esta e a compressão. Uma queda na resistência é esperada quando o limite de absorção de umidade é excedido (MICCOLI, MULLER, FONTANA, 2014).

O cob possui uma resistência de compressão menor do que os outros materiais estruturais de terra. Entretanto, devido ao teor de palha, o material apresenta comportamento dúctil sob compressão, ou seja, flexível, que se comprime sem se romper. O cob possui uma fase plástica pós-pico, isto é, pode deformar além da faixa elástica com uma perda gradual de capacidade. As edificações feitas com este material têm a capacidade de se deformar sem colapsar, o que é essencial para proteger vidas humanas em caso de tragédias, como as ocorridas em áreas sísmicas, embora o cob não seja o material mais indicado a ser usado nessas áreas (MICCOLI, MULLER, FONTANA, 2014).

2.3.2. Design com o cob

O cob é uma técnica maleável que permite à construção um caráter escultural, com formas orgânicas, circulares e irregulares. O cob proporciona uma forma única que não é facilmente conseguida com outros materiais. No entanto, é possível construir grandes casas retilíneas usando o cob, porém, a construção se torna mais cara e mais difícil. (WATSON, MCCABE, 2011).

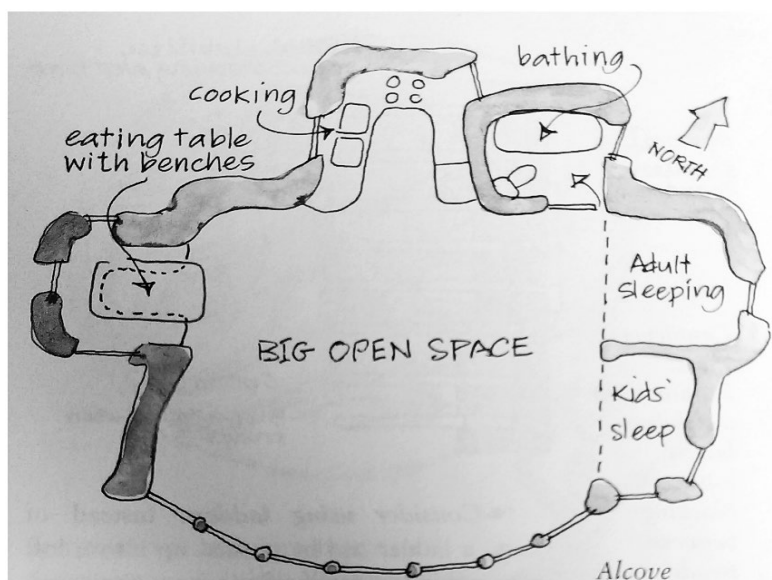
A natureza produz poucas linhas, ângulos e superfícies retas. Formas biológicas tendem a ser curvadas, heterogêneas, irregulares e sem geometria cartesiana, nunca vêm em perfeitos quadrados, círculos e triângulos (EVANS, 2002). Configurações orgânicas são confortáveis aos nossos olhos e ambientes circulares dão a impressão de serem mais amplos, (EVANS, 2002), além de provocarem novos designs, com caracteres únicos. Por isso é interessante explorar o potencial do material e arriscar novas formas. Na figura 4, pode-se observar o interior de um edifício em cob e na figura 5, um exemplo de planta em cob.

Figura 4 - Interior de uma casa de cob



Fonte: Perma Courses (2019).

Figura 5 - Planta de casa de cob com alcovas



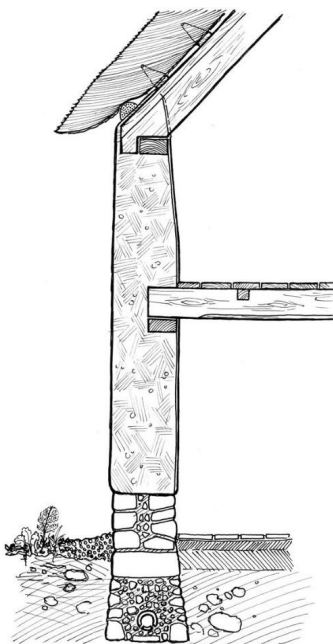
Fonte: EVANS, (2002)

Smith (2002) elaborou um passo a passo para a construção com cob, que consiste nos seguintes passos:

- Selecionar um terreno que possua boa drenagem;
- Decidir a grosso modo os espaços e formas necessários, baseados nas atividades que serão exercidas;
- Detalhar a planta, principalmente a localização das portas e janelas;
- Desenhar o telhado e como ele será suportado (Figura 6);
- Reunir no terreno os materiais necessários para os fechamentos, incluindo vidros, pedras, madeiras, etc;
- Checar o solo e o avaliar, medindo as proporções de argila, areia e palha que serão necessários;
- Preparar um lugar para misturar a terra próximo ao local que o edifício será construído;
- Delimitar a forma do edifício com estacas;

- Cavar trincheiras de drenagem e fundação e em seguida colocar cano de esgoto, materiais de isolamento, encanamento e conexões de fio. Aterrar imediatamente com pedras;
- Construir a parede da fundação, estabelecendo os caixilhos das portas e vigas se o piso será suspenso (Figura 7);

Figura 6 - Desenho de corte de uma parede de cob, mostrando o encaixe do telhado, do segundo andar e a fundação



Fonte: Off the Grid Tech: Building with cob (2019)

Figura 7 - Construção da parede de cob, com detalhe na fundação e os caixilhos das janelas



Fonte: Off the Grid Tech: Building with cob (2019)

- Tampar o sub-piso, colocando várias camadas de pedra e cobrindo com revestimento à base de terra;
- Armar o telhado com suportes permanentes ou temporários, que serão removidos quando as paredes forem finalizadas;
- Misturar a terra no terreno e acrescentar água e palha (Figura 8);

Figura 8 - Pessoas misturando o barro com os pés



Fonte: Cob and On (2019)

- Aplicar a mistura de cob, primeiro com a pá em formato de garfo e depois aplicar amontoados de cob. Certificar-se que as paredes estão verticais ou afiladas;
- Aparar cada nova parte com um serrote, antes que o cob fique muito duro, deixando-o pronto para ser rebocado;
- Colocar fios, encanamentos, tomadas e caixas de junção dentro das paredes enquanto as constrói;
- Construir janelas enquanto constrói as paredes e enterrar ganchos nas mesmas nos quais mais tarde poderão ser anexados molduras de portas, prateleiras, bancadas, etc (Figura 9);

Figura 9 - Pessoas construindo casa de cob



Fonte: Kirk Nielsen (2019)

- Esculpir móveis, estantes de livros, nichos e alcovas;
- Deixar as paredes secarem e se acomodarem;
- Construir as vigas e vigotas diretamente sobre o cob;
- Completar as paredes;
- Colocar o telhado (se não tiver sido colocado ainda), e se este for pesado, esperar até o cob secar por completo;
- Completar o teto;
- Fazer os acabamentos do interior (bancadas, armários, molduras internas de portas, encanamento e instalações elétricas);
- Aplicar o reboco no interior do edifício;
- Aplicar um revestimento de acabamento no piso;
- Quando o reboco secar, aplicar tinta natural ou mistura de cal;
- Rebocar o exterior do edifício, se desejar.

Seguindo o passo a passo de Smith, é possível se construir uma edificação de cob sob regime de mutirão, de forma simples e segura. Sendo assim, esta técnica poderia ser uma boa opção para a autoconstrução no acampamento Pátria Livre.

2.4. Edificação feita com cob - COB COTTAGE

A *Cob Cottage* é uma edificação feita com a técnica cob, construída em 1999, pela empresa *CobWorks*, em Mayne Island, British Columbia, no Canadá. A dona do chalé, Alexis Borsboom, viveu na casa por 6 meses e passou a alugá-la desde então. Em 2013, Alexis resolveu listar a casa no site Airbnb, plataforma de aluguel de acomodações ao redor do mundo, e esta tem feito muito sucesso. Em 2017, a *Cob Cottage* foi a casa mais desejada do Canadá pelo site. As figuras 10, 11 e 12 são fotos do chalé.

Figura 10 - Exterior do chalé de cob, vista lateral



Fonte: Airbnb (2019)

Figura 11 - Vista frontal da Cob Cottage



Fonte: Airbnb (2019)

Figura 12 - Sala de estar da Cob Cottage



Fonte: Airbnb (2019)

O chalé tem aproximadamente 75 m², acomoda duas pessoas e possui um banheiro, um quarto, uma cozinha e uma sala. A estrutura da casa é autoportante, com fundação em pedra e chão também feito de pedra. A decoração do ambiente é feita com materiais rústicos, como a madeira natural utilizada no corrimão da escada. Todas as paredes da casa são redondas, dando aparência orgânica ao ambiente. De acordo com Alexis (2017), “este chalé foi construído com forte consciência ambiental e princípios, troncos e argila da ilha e muito, muito amor”.

3. SÃO JOAQUIM DE BICAS: CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÔMICAS, CLIMA E LEGISLAÇÃO

São Joaquim de Bicas é um município localizado na Região Metropolitana de Belo Horizonte, em Minas Gerais, a 45km da capital. Tem uma população estimada de 30.989 pessoas (IBGE, 2018) inseridas numa área de 71,58 km² (IBGE, 2018). O IDH do município é 0,662 (IDHM, 2010), configurado como médio, ocupando a 2846^o posição no ranking de IDH de cidades brasileiras.

A cidade se encontra numa zona de clima tropical de altitude, em que a temperatura média anual varia entre 17^o e 22^o, o inverno é seco e ameno e o verão é quente e chuvoso, com precipitação média anual de 1.500mm. Os biomas da região são Mata Atlântica e Cerrado, o relevo é montanhoso, com altitude de 755 metros. O solo do município é classificado como Cambissolo Háplico (CETEC, 2008), que ocorre em

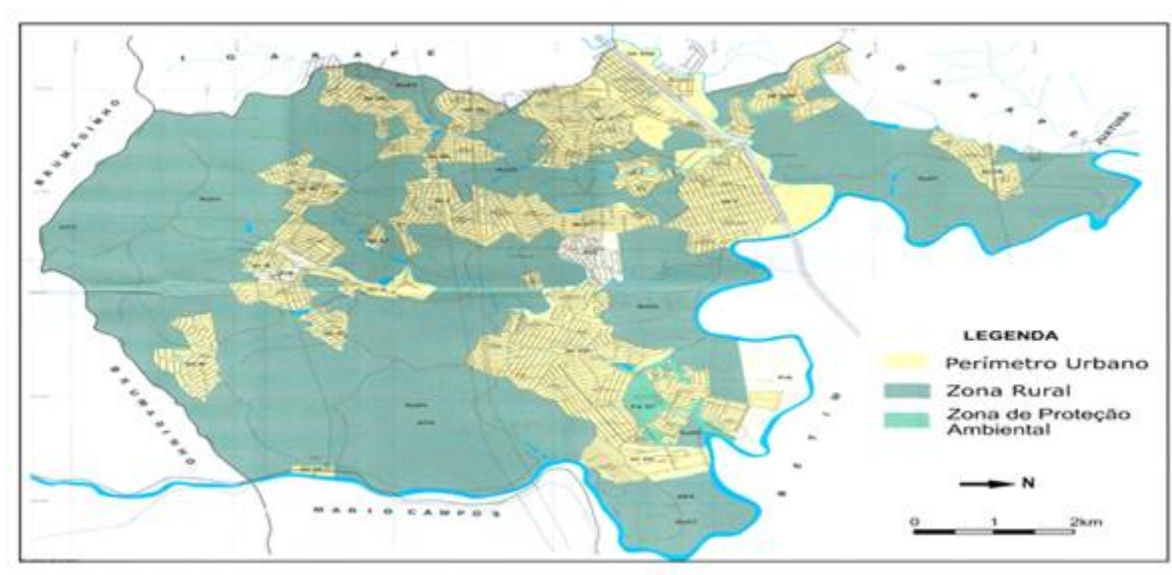
relevo predominantemente ondulado, e é composto de material mineral, possui médio teor de matéria orgânica, fertilidade natural variável, pequena profundidade e fragmentos de rocha na massa (IAC, 2018), permeabilidade baixa e alto teor de silte.

O município de São Joaquim de Bicas possui apenas 22 anos de existência e com isso apresenta uma legislação urbanística ainda em formação e consolidação, o que pode ser impactado pelo decreto de calamidade administrativa e financeira feito em 02 de janeiro de 2017 pela prefeitura, que significou que a gestão estará voltada para o corte de gastos.

Trata-se de uma cidade com grande caráter rural, com potencial de incorporar indústrias e comércio de médio porte e com sólida urbanização na sua área central e poucas áreas destinadas para ocupação residencial (Revisão do Plano Diretor, 2017).

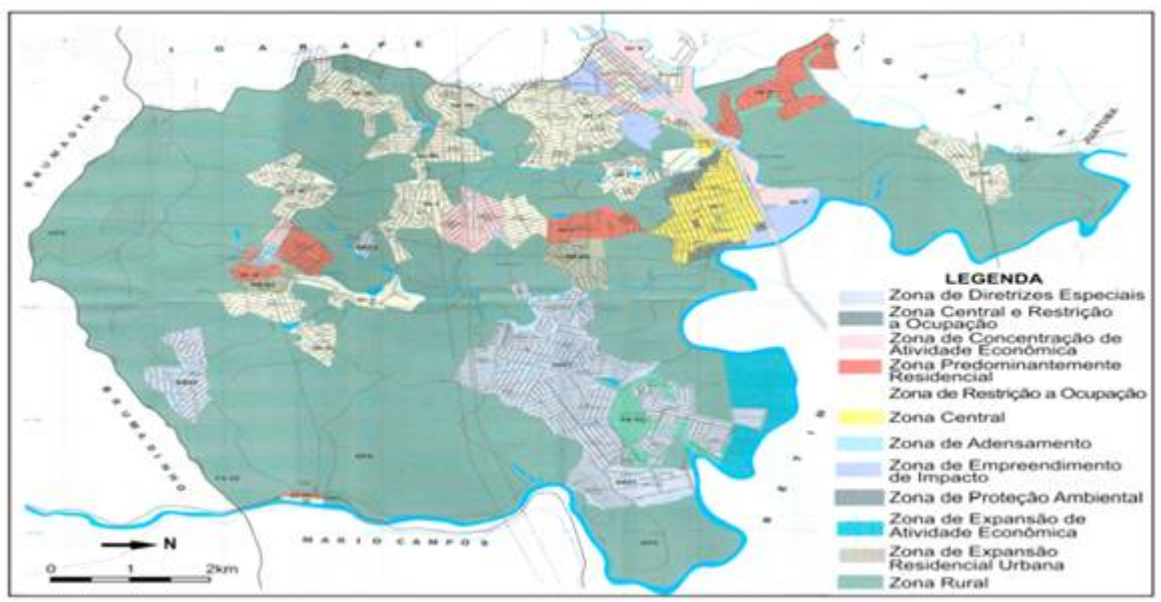
Pelo primeiro Plano Diretor da cidade, feito em 2004, pode-se observar o macrozoneamento de São Joaquim de Bicas (figura 13), que vem sendo transformado ao longo dos anos, nas revisões posteriores do mesmo, de 2012 e 2016, conforme as figuras 14 e 15.

Figura 13 - Macrozoneamento do Plano Diretor de São Joaquim de Bicas (2004)



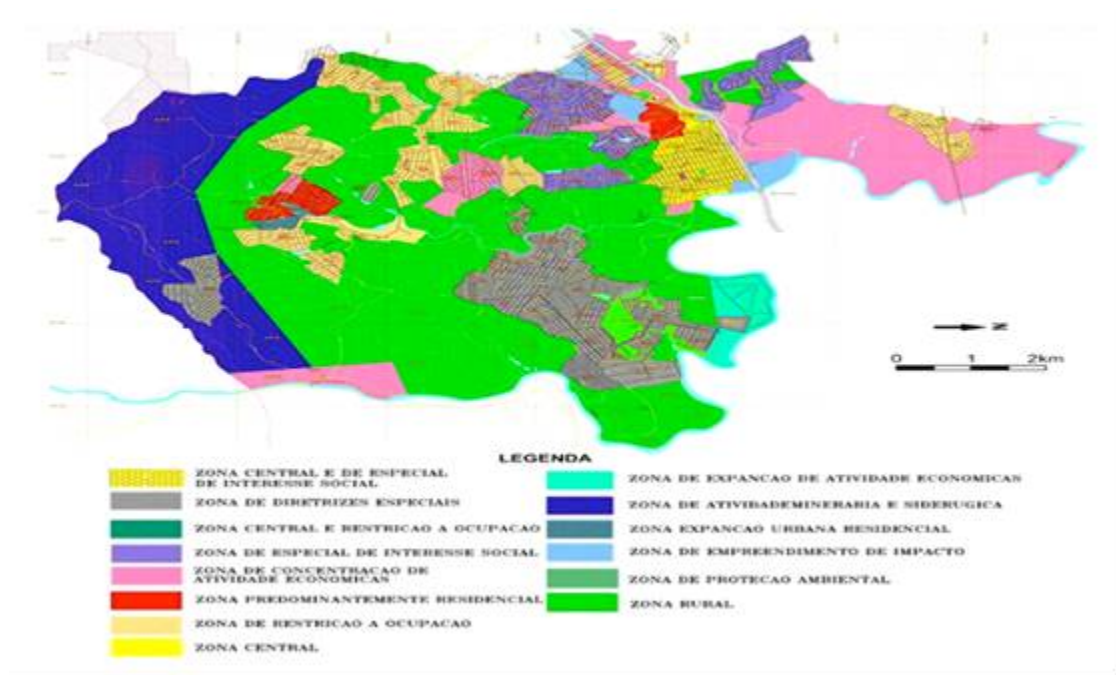
Fonte: Lei nº 215, de 02 de fevereiro de 2004.

Figura 14 - Zoneamento Urbano do Plano Diretor de São Joaquim de Bicas (2012)



Fonte: Lei Complementar nº13, de 03 de dezembro de 2012.

Figura 15 - Zoneamento Urbano do Plano Diretor de São Joaquim de Bicas (2016)



Fonte: Lei Complementar nº32, de 11 de julho de 2016

Com a lei complementar nº 32, de 11 de julho de 2016, a cidade de São Joaquim de Bicas passou a contar com um zoneamento urbano mais detalhado, que conta com uma nova zona criada para atender as demandas de habitação de interesse social. O

déficit habitacional de São Joaquim de Bicas era de 657 unidades habitacionais, em 2010, de acordo com Fundação João Pinheiro (2010). A região se destaca pelo crescimento de moradias informais de classe média e classe popular. Desta forma, as políticas habitacionais são um forte ponto do Novo Plano Diretor, tendo sido previsto zoneamento de ZEIS, como demonstra a figura 10 (Revisão do Plano Diretor, 2017).

Ainda assim, observa-se que na zona rural de São Joaquim de Bicas existe uma ocupação, demonstrada na Figura 16, pela mancha amarela.

Figura 16 - Ocupação Pátria Livre, no município de São Joaquim de Bicas



Fonte: Google Earth, (2019)

Em julho de 2017, o Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST) ocupou, juntamente com cerca de 200 famílias, o terreno da MMX, empresa falida do empresário preso por corrupção, no ano de 2017, Eike Batista. A fazenda tem aproximadamente 700 hectares e já foi utilizada para mineração, porém estava

abandonada no momento da ocupação. De acordo com o coordenador do MST em Minas Gerais, Sílvio Neto, havia escavações irregulares, degradação do solo e liberação de rejeitos de mineração no Rio Paraopeba, no terreno em que hoje as famílias utilizam para agricultura.

Atualmente, mais de 5.000 pessoas ocupam o terreno da MMX, e a cidade de São Joaquim de Bicas, que já havia declarado estado de calamidade financeira, não está conseguindo suprir a demanda de serviços de educação, saúde e habitação que foi ampliada com a chegada dos sem-terra.

4. ESTUDOS DE CASO - EXPERIÊNCIAS DO USO DE TÉCNICAS DE CONSTRUÇÃO COM TERRA EM OUTROS ASSENTAMENTOS

Neste tópico foram apresentadas experiências semelhantes à análise da viabilidade do uso do cob no Acampamento Pátria Livre. Dessa forma, foi possível perceber semelhanças e antever futuros empecilhos à aceitabilidade dos moradores e traçar estratégias para a comunicação com estes.

4.1. Assentamento rural Sepé Tiaraju – Serra Azul/SP

A dissertação “Avaliação das variáveis que influenciam no uso da terra como material construtivo para habitação social rural no Assentamento Rural Sepé Tiaraju - Serra Azul - SP”, discorreu sobre a experiência e contato com 10 famílias do assentamento, de um total de 77, que, ao receber recursos públicos destinados a construção de suas casas, optaram por utilizar o adobe como técnica construtiva (CARDOSO et al., 2009).

Cinco anos após o início do projeto, por questões financeiras, políticas e técnicas, sete famílias optaram por retornar às técnicas de construção mais convencionais. Após o fim do período, apenas uma família construiu com o adobe. A assessoria técnica do Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade (Habis - EESC-USP/UFSCAR), que presenciou todo o processo, analisou as variáveis que possam ter interferido nesse resultado.

O Assentamento teve origem no ano 2000, quando um grupo de integrantes do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra, MST, ocupou a então Fazenda de Santa Clara, de 797 ha, nos municípios de Serra Azul e Serrana, em São Paulo. A fazenda pertencia ao Governo Federal, em nome da ITESP, Fundação Instituto de Terras do Estado de São Paulo. Em 2004, o INCRA comprou a fazenda e iniciou o planejamento do Assentamento Rural Sepé Tiaraju. A figura 17 ilustra algumas moradias do assentamento em 2006.

O terreno foi dividido em 80 lotes, separados em quatro núcleos com cerca de 20 lotes cada um, e uma área de 60 ha por núcleo, para plantio coletivo. O INCRA concedeu R\$ 5000,00 para cada família construir sua moradia.

Figura 17 – Casas do Assentamento Rural Sepé Tiaraju em 2006



Fonte: MAIA (2011).

O contato inicial do grupo Habis e os moradores do assentamento Sepé Tiaraju teve início em dezembro de 2005, quando os integrantes do assentamento procuraram o Habis a fim de serem auxiliados na elaboração de um projeto para obterem mais recursos complementares para a construção de casas do programa Carta de Crédito FGTS - Operações Coletivas. Foram realizadas reuniões para a definição de projetos e escolha de materiais, em que foi definido que o processo seria participativo, ou seja, todos têm poder de decisão e participação.

A maior parte das famílias tinha uma forte vontade de utilizar materiais e técnicas convencionais na construção de suas casas, pela provável falta de entendimento das qualidades das técnicas de terra, e pelo status de se conquistar uma casa de alvenaria. Em 2006 formou-se o grupo chamado de Alternativo, das 10 famílias que escolheram o adobe como método construtivo. Optou-se pelo adobe pois esta era a técnica que o grupo Habis possuía mais experiência.

A escolha pelo adobe se mostrou precipitada, pois não havia sido feito um estudo detalhado do solo do assentamento. Três anos depois, em 2009, ensaios laboratoriais indicaram que o adobe não seria a técnica mais adequada, pois o solo da ocupação era composto em sua maior parte por areia e a argila aparecia em pouca proporção (MAIA, 2011). O Habis realizou um intenso trabalho para adequar o solo e foram oferecidas oficinas de capacitação para os moradores.

Com o término das oficinas de produção de adobe, as famílias participantes concluíram que seriam necessárias muitas horas de trabalho para produzir os tijolos e questionaram a possibilidade da utilização de máquinas para agilizar a produção. A equipe assessora do Habis, então, forneceu uma pipa, equipamento mecânico de amassamento de barro, movido à tração animal.

Mesmo com a pipa, a produtividade era baixa, eram feitos cerca de 150 tijolos por dia e a equipe chegou à conclusão de que levaria um mês para que fossem produzidos tijolos de adobe para 10 casas, sendo que as 10 famílias deveriam ter dedicação de 40 horas semanais, não levando em conta que as famílias tinham outras atividades para realizar, além da produção de adobe. Dessa forma, o grupo Alternativo decidiu terceirizar a produção de tijolos de adobe e duas pessoas ficaram à cargo deste trabalho, porém a produtividade também foi baixa.

A Falta de água para consumo e para a produção de adobe foi outro problema encontrado, pois o assentamento não possuía rede de distribuição de água, apenas poço artesiano e mina de água. Os moradores, então, precisavam se deslocar até as fontes de água e carregá-la em baldes e caixas d'água.

As 67 famílias que construíram suas casas de forma convencional demandaram muita atenção da equipe técnica do Habis e, com isso, o grupo Alternativo não recebeu a

atenção necessária e a produção de adobe ficou parada. Diante de tantos empecilhos, oito famílias desistiram de construir com adobe.

Foi proposta uma oficina para a produção de adobe, para ajudar as duas famílias restantes, e com isso foi criada uma equipe de produção, formada por assentados e estudantes universitários de São Carlos. Duas paredes construídas pela equipe colapsaram devido a rajadas de vento na região.

Depois de detectado o motivo do colapso, processo de elevação da alvenaria, a obra foi retomada, porém quando a casa estava quase completa, após um mês de chuva intensa, a casa ruiu. A explicação para o colapso da casa foi, principalmente, a exposição da mesma a chuvas e ventanias e a baixa frequência de assessoria técnica.

No final de todo esse processo, apenas uma família construiu com adobe.

O autor da dissertação concluiu, então, que as questões socioculturais tiveram influência na escolha dos materiais para a construção das casas, pois as técnicas de terra ainda são vistas com preconceito por grande parte da população. Uma variável muito importante foi o solo, pois suas características são determinantes para a escolha da técnica construtiva a ser empregada.

Como o adobe foi escolhido pelo fato de que a equipe técnica já possuía conhecimento prévio deste, e não porque esta técnica era a melhor opção, gastou-se muito tempo para corrigir o solo. Uma questão muito importante foi a falta de conhecimento sobre técnicas de terra das famílias envolvidas, pois estas ficaram dependentes do conhecimento técnico da assessoria da Habis, que nem sempre tinha disponibilidade para atender as famílias. Dessa forma, não foi possível garantir que as 10 famílias iniciais do grupo Alternativo fizessem suas casas com o adobe.

4.2. Assentamento 12 de Outubro (Horto Vergel) – Mogi Mirim/SP

A dissertação “As transformações culturais através das construções nos lotes de um Assentamento Rural em São Paulo” teve como objetivo identificar a cultura dos agricultores em utilizar técnicas construtivas no Assentamento 12 de Outubro no Horto Vergel, em Mogi Mirim (BROSLER, 2011).

A ocupação foi realizada em 12 de outubro de 1997, por 250 famílias originalmente, sendo um trabalho de mobilização de trabalhadores desempregados, apoiados por membros da Igreja Católica, Sindicato dos Trabalhadores Rurais da Região de Sumaré e MST. Em 1998 o assentamento foi reconhecido com 90 famílias e ficou sob a responsabilidade da Fundação de Instituto de Terras do Estado de São Paulo (ITESP).

O Horto possui uma área total de 1216 há e 360 ha foram destinados à área de preservação ambiental, 20 ha para áreas comuns e o restante dividido em 90 lotes de aproximadamente 9 ha cada um. O assentamento foi dividido em 5 núcleos, em que cada um foi abastecido por um poço artesiano. No núcleo central acontecem as reuniões gerais e da Associação dos Pequenos Produtores Rurais do Assentamento 12 de Outubro (APPR).

Os primeiros assentados receberam um kit de madeira para a construção de suas casas e perfuravam os poços de água. Ao longo dos anos, com recursos públicos direcionados para a construção das moradias, a madeira passou a ser trocada por alvenaria. Mesmo assim, em 2011 46% das 156 casas eram de madeira e 37% de alvenaria inacabada. As casas possuem entre 4 e 5 cômodos, sendo estes: quartos, sala, cozinha e banheiro, quando localizado no interior da casa. A qualidade das habitações é precária.

De acordo com os questionários semiestruturados respondidos pelos assentados, 63% deles já construíram utilizando técnicas de arquitetura vernácula. Os conhecimentos constatados foram: técnicas de adobe, pau-a-pique, taipa, casa de enxaimel e casa beira-chão, utilização de folhas e fibras na confecção de telhados, confecção de telhas cerâmicas e rebocos. Constatou-se, porém, que apenas 11 famílias construíram suas casas com alguma dessas técnicas construtivas. Isso se deu porque as famílias que possuíam mais conhecimento a respeito dessa forma de construir não o dividiram com outros assentados, sendo sobressalente o caráter individual na decisão de construir.

Quando chegaram ao acampamento, os agricultores passaram por momentos de instabilidade e incertezas, sem a garantia de que poderiam usufruir da terra e permanecer no local. Este fato refletiu os materiais escolhidos para a construção das

casas, feitas sem muito planejamento. Após serem assentados, a preocupação dos moradores passou a ser garantir a produção agrícola e a renda para suas famílias.

Ao serem questionados sobre os motivos pelos quais a arquitetura de terra não foi muito utilizada no assentamento, constatou-se que os moradores consideravam que estes tipos de técnicas demandavam muito tempo de construção, mão-de-obra especializada, trabalho pesado e manutenção constante dos edifícios, devido à possível infestação de barbeiros e escorpiões. Além disso, eles acreditavam faltar material na região e que o local não seria adequado para este tipo de construção. A principal observação, porém, foi de que para estes assentados a alvenaria é símbolo de uma mudança de vida para um maior status, enquanto as técnicas construtivas de terra são vistas como primitivas, decadentes, servindo apenas para situações de emergência.

A conclusão da dissertação foi que os assentados de Mogi Mirim/SP apresentam conhecimentos acerca da arquitetura de terra e sua execução, porém para eles estas técnicas são alternativas emergenciais. A busca pelo status causa uma crise habitacional do Assentamento 12 de Outubro, pois os moradores se tornam dependentes de recursos financeiros a serem conquistados ou recebidos, enquanto eles poderiam estar utilizando das técnicas de arquitetura popular para construir suas moradias e valorizarem as potencialidades locais

4.3 Assentamento Olga Benário – Visconde do Rio Branco/Minas Gerais

A dissertação “Projeto arquitetônico e participação popular: as dimensões formais, simbólicas e políticas na moradia e da habitação em assentamentos de reforma agrária” discorre sobre o processo de projeto arquitetônico das moradias do assentamento Olga Benário, localizado no município de Visconde do Rio Branco, em Minas Gerais (CARDOSO; JUCKSCH ; SILVA; HIRONAGA; CASTRO, 2009).

A fazenda Santa Helena, que já havia sido uma área de produção de cana-de-açúcar pertencente à Usina Açucareira Riograndense, foi ocupada por integrantes do MST,

quando estava sob posse do INCRA. Em 2005 estabeleceu-se o Assentamento Olga Benário. A maioria das famílias assentadas vieram de municípios da região metropolitana de Belo Horizonte e do sul de Minas. Estas famílias foram divididas em três núcleos, sendo eles o Núcleo Santa Helena, composto por 12 famílias e os núcleos Lênin e União, com nove famílias cada. Além disso, o assentamento contou com setores e equipes de saúde, educação, produção, meio ambiente, finanças, esporte, alimentação e higiene.

As pesquisadoras do grupo Habis relataram, através de suas experiências com participação popular na construção de moradias em assentamentos, que a principal dificuldade encontrada por elas para implementar as técnicas de construção mais sustentáveis era a resistência dos moradores ao uso de materiais e técnicas construtivas não-convencionais, que contrastavam com os anseios e expectativas que as famílias possuíam. Elas perceberam, então, a importância da inserção política no MST, o que permitiria uma maior aproximação com as famílias e um diálogo mais efetivo.

A equipe de pesquisadores-extensionistas se reuniu com as famílias do assentamento, contando com um número considerável de pessoas, em que havia espaço para discussões. Em 2009 o INCRA disponibilizou a quantia de R\$10.000,00 para cada família construir sua moradia. Como logo foi percebido que o valor era insuficiente para a construção de uma casa convencional que eles desejavam, foi apresentado aos assentados outras opções de técnica construtiva, como as construções de terra, tipo tijolos de adobe e paredes de pau-a-pique. A maioria das famílias, porém, não aceitou essas novas opções, pois acreditavam que as construções com terra eram temporárias, gastariam muito tempo para ficarem prontas e a região que eles moravam (Visconde do Rio Branco) é grande produtora de tijolos e telhas cerâmicas, o que baratearia os custos para a compra destes materiais.

Com isso, a equipe mudou a estratégia e em vez de pensar na técnica construtiva, o foco foi o desenho das moradias e modo de economizar recursos e atender as necessidades das famílias. Foram definidos, por exemplo, habitações com 67m², com varanda/cozinha externa, fogão à lenha e sistema de aquecimento de água tipo

serpentina e sistema de esgotamento sanitário, composto por filtro de água-cinza e fossa evapotranspiradora.

As pesquisadoras concluíram que uma grande dificuldade encontrada na implementação das medidas para reduzir os recursos e impactos ambientais das moradias foi a dificuldade de conciliar os horários da equipe e dos assentados, pois era difícil para as famílias cumprirem o prazo das demandas programadas, já que eles precisavam trabalhar nos plantios, tratos e colheitas agrícolas, sendo necessária a participação de mais assentados para a realização das tarefas construtivas.

5. MÉTODOS

A metodologia deste trabalho consistiu em pesquisa bibliográfica inicial, com a leitura de literatura pertinente, e posterior pesquisa de campo, que foi qualitativa, incluindo o levantamento de dados relacionados à observação direta dos hábitos, rotina, comportamento e necessidades de uma comunidade, aprofundando os conhecimentos e fornecendo informações para a busca de solução de um problema.

As pesquisas qualitativas possibilitam o entendimento do potencial de adoção de uma solução ou como o efeito da solução escolhida pode variar de região para região (HCD, 2019). Através da observação é possível obter dados sobre as inter-relações vivenciadas, histórias e realidades das pessoas e entendimento sobre suas necessidades, barreiras e restrições, por isso, foram feitas visitas à ocupação para que essa análise fosse feita.

Após essa etapa, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com moradores da ocupação Pátria Livre e com os líderes do Movimento Sem Terra, para identificar as diretrizes do assentamento quanto à construção civil e a vivência em sociedade e determinar a aplicabilidade da técnica cob, quanto à disponibilidade de mão-de-obra na ocupação.

Após as entrevistas, foi realizada uma coleta do solo no núcleo comum do acampamento, área na qual permitem a entrada de pessoas de fora. A diretora indicou

três lugares em que a coleta poderia ser feita, com uma distância aproximada de 300 metros entre eles, em que a terra tinha a coloração visivelmente diferente.

Foram feitos dois tipos de testes para análise do solo: o teste de sedimentação e o teste de queda da bola. A escolha para a realização desses testes expeditos se deu devido à facilidade com que podem ser executados, podendo ser realizados no local da coleta do solo e por pessoas com pouco ou nenhum treinamento. Dessa forma, os próprios moradores do acampamento poderão realizar esses testes quando forem construir suas edificações (MINKE, 2008).

Após a análise do solo, foi desenvolvida uma cartilha para divulgação e análise sobre cob, que foi apresentado à comunidade em forma de palestra para sensibilização dos moradores e para medir a aceitabilidade dos mesmos quanto à aplicabilidade de técnicas de construção com terra para serem utilizadas em suas casas.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este tópico discorre a respeito dos resultados obtidos através da pesquisa de campo realizada no acampamento Pátria Livre, que incluiu entrevistas semiestruturadas, observação direta da comunidade e análise de solo presente na ocupação, além da apresentação do cob aos moradores do acampamento.

6.1. Visita de campo e aplicação do questionário

No dia 28 de abril de 2019, foi realizada uma visita de campo ao Acampamento Pátria Livre, localizado no município de São Joaquim de Bicas, em Minas Gerais. Durante essa visita, diretores locais da ocupação foram entrevistados e houve o diálogo com diversos outros moradores.

Na entrada do acampamento existe uma cancela para carros, onde os moradores devem parar e se identificar. Neste momento é perguntado o objetivo da visita e um

senhor que anota o nome dos visitantes e a placa do carro indica o caminho para o núcleo central. A guarita é feita de madeirite.

No núcleo central do acampamento estão localizados uma secretaria, um mercado, duas escolas, uma cozinha e algumas casas. Os materiais presentes nestes edifícios são a madeirite, a lona e a alvenaria de tijolo, e observou-se durante a visita que essas edificações não possuem conforto térmico, pois não amenizaram a alta temperatura externa, irradiada para o interior dessas construções. As Figuras 18 a 21 são fotos de algumas das construções observadas.

Figura 18 - Mercado e secretaria do acampamento



Fonte: Arquivo pessoal, (2019).

Figura 19 - Casa de madeirite e lona



Fonte: Arquivo pessoal, (2019).

Figura 20 - Escola



Fonte: Arquivo pessoal, (2019).

Figura 21 - Secretaria e escola



Fonte: Arquivo pessoal, (2019).

As entrevistas foram realizadas com dois membros da diretoria local, ambos militantes do MST. O questionário semiestruturado permitiu avaliar o modo atual de construção dos moradores do acampamento e se eles estariam dispostos a utilizar o cob como técnica construtiva.

A experiência da visita de campo forneceu informações acerca do ponto de vista de alguns dos líderes do acampamento e também de moradores sobre a viabilidade de utilizar o cob como técnica construtiva para as casas e demais edifícios da ocupação Pátria Livre.

Os diretores explicaram a origem da ocupação, que surgiu em 2017. De acordo com eles, o MST faz um trabalho de base nas periferias e comunidades carentes, propagando as ideias do movimento e as pessoas que se identificarem com as ideias, são convidadas a se juntar a eles. A Pátria Livre se deriva da ocupação Santa Terezinha, em Itatiaiu Sul, que contava com 450 famílias e era parte do movimento “Corruptos, devolvam minhas terras”.

Em 26 de julho de 2017, as famílias de Itatiaiu Sul se organizaram na fazenda da MMX, de Eike Batista, em São Joaquim de Bicas, para fazer frente às mineradoras, já que a região chamada Cinturão Verde, formada por este município, Mário Campos e Sarzedo, que fornece insumos agrícolas para o CEASA, está sofrendo ação predatória das mineradoras.

Ao montar acampamento em uma terra, os ocupantes passam pelo chamado período de resistência, em que eles precisam lutar para que a ocupação se torne um assentamento, e só assim as famílias podem fixar residência. Atualmente não há previsão para que o acampamento vire assentamento, pois está ocorrendo um processo jurídico muito burocrático no momento.

O acampamento se divide em núcleos e cada família ganha um lote para morar e plantar. Os moradores do acampamento se organizam e eles são os responsáveis pelos setores de educação, saúde, produção e infraestrutura presentes. Além disso, eles constroem os edifícios em regime de mutirão. As famílias não possuíam nenhum tipo de apoio da prefeitura de São Joaquim de Bicas ou da polícia. Dessa forma, eles mesmos se mobilizaram para conseguir os remédios e aparelhagem da sala de saúde,

e construir as duas escolas presentes na ocupação, que posteriormente foram apadrinhadas pela Fundação Helena Antipoff e foram reconhecidas pelo MEC.

Ao explicar o conceito de construção com técnicas de terra para os dois diretores e alguns outros moradores, notou-se o interesse de conhecer mais profundamente este assunto. De acordo com eles, trabalhar coletivamente não é um problema para o acampamento, já que esta é a forma como tudo é realizado na ocupação e há em torno de 600 famílias presentes, um grande número de pessoas para construir. Além disso, existe o desejo de utilizar técnicas de construção menos agressivas ao meio ambiente. A única ressalva feita pelo diretor foi que dos 750 hectares utilizadas pelo acampamento, há uma grande parte que é reserva ambiental e não pode ser alterada.

6.2. Coleta e análise do solo

Durante a visita de campo também foram coletadas três amostras de terra, retiradas de locais diferentes dentro do núcleo central (representadas pelos círculos vermelhos na mancha azul na Figura 23). O mapa (Figura 22) mostra em tracejado a estimada área da ocupação e em azul a área citada, onde foram coletadas três amostras de terra, para posterior análise quanto a composição do solo.

Figura 22 – Núcleo do acampamento e área visitada



Fonte: Google Earth, 2019

Figura 23 - Pontos de coleta de solo dentro do núcleo central



Fonte: Google Earth, (2019).

A distância entre os pontos é de aproximadamente 300 metros e as áreas coletadas foram as sugeridas pela diretora. De acordo com ela, em cada uma das áreas a terra parecia ser mais argilosa ou arenosa.

A composição da terra variou de acordo com o local na qual ela foi escavada, podendo ela conter proporções variadas de argila, silte, areia e agregados. É necessário avaliar o tipo de solo do terreno em que o edifício será construído a partir das técnicas de construção com terra, pois cada técnica demanda um tipo específico de solo. Por exemplo, a técnica da taipa de pilão demanda um solo mais arenoso, enquanto no adobe, o solo deve ser mais argiloso. Caso a proporção de componentes da terra seja diferente daquela necessária na técnica escolhida, é possível corrigir o solo, aplicando aditivos (MINKE, 2008).

Para determinar a adequação do solo da Ocupação Pátria Livre à construção de casas de cob foram feitos testes de campo expeditos, que podem ser realizados com relativa rapidez, não demandam equipamentos sofisticados e são suficientes para se verificar se o solo é adequado ou não para a técnica em questão. Os testes usados neste trabalho foram o teste de sedimentação e o teste soltando a bola (MINKE, 2008).

Para realizar os testes foram coletadas três amostras de aproximadamente 4kg cada, de diferentes partes do terreno da fazenda do acampamento (Figura 24). As porções recolhidas foram homogeneizadas e quarteadas, etapa que consiste em formar um monte com as amostras iniciais (Figura 25), dividi-lo em quatro partes iguais (Figura 26), juntar duas partes opostas e descartar as outras duas (Figura 27) A mostra da direita foi a escolhida para ser usada nos testes (NEVES; FARIA, 2011).

Figura 24 - Amostras iniciais



Fonte: Arquivo pessoal, (2019)

Figura 25 - Junção das amostras



Fonte: Arquivo pessoal, (2019)

Figura 26 - Divisão da amostra em quatro partes



Fonte: Arquivo pessoal, (2019)

Figura 27 - Junção das amostras em duas partes

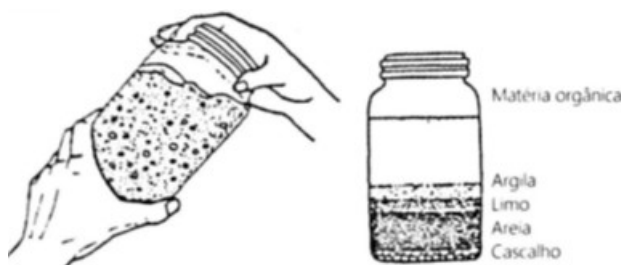


Fonte: Arquivo pessoal, (2019)

O teste de sedimentação foi o primeiro a ser realizado, ele consiste em: colocar uma porção de terra seca em um vidro cilíndrico, liso e transparente, até cerca de um $\frac{1}{3}$ de sua altura, adicionar água até $\frac{2}{3}$ da altura do vidro e acrescentar uma pitada de sal, (Figuras 28 e 29) tampar o vidro e agitá-lo vigorosamente para que a mistura do solo

seja dispersada na água. Com isso, as partículas maiores vão se depositar no fundo do recipiente e as mais finas em cima e a estratificação permite com que a proporção dos componentes seja identificada. (MINKE, 2008).

Figura 28 - Modelo de teste de sedimentação



Fonte: Minke (2008)

Figura 29 - Teste de sedimentação em processo



Fonte: Arquivo pessoal, (2019).

O teste da queda da bola consiste em moldar uma bola de terra de 4 cm de diâmetro com uma porção de terra e água e deixá-la cair, em queda livre, de uma altura entre 1 e 1,5 metros (Figura 30) (MINKE, 2008).

Figura 30 - Teste queda da bola em processo



Fonte: Arquivo pessoal, (2019).

Se a bola se achatou um pouco ou mostrar poucas rachaduras, o solo apresenta uma elevada capacidade aglutinante, devido ao alto teor de argila nele presente. Se a bola se espalhar com desagregação, o solo é arenoso. (MINKE, 2008) (Figura 31).

Figura 31 - Comparação entre dois tipos de solos



Fonte: MOSQUINI, (2019).

O primeiro teste a ser realizado foi o de sedimentação. Após a espera de 1 hora a conclusão do teste foi que as partículas maiores se depositaram no fundo e as mais finas cima. Acima da água depositou-se uma camada de matéria orgânica, conforme a figura 32. Toda camada de terra depositada no fundo do vidro tem 5,5, enquanto a camada fina tem aproximadamente 1,5 cm. Com isso, a fina camada equivale a 25-30% do total da amostra analisada.

Figura 32 - Resultado do teste de sedimentação



Fonte: Arquivo pessoal, (2019).

Conclui-se após o teste da queda da bola que o solo presente no terreno do Acampamento Pátria Livre é argiloso, pois a bola mostrou poucas rachaduras e não se desintegrou, mantendo sua capacidade aglutinante (Figura 33) (NEVES, FARIA, 2019).

Figura 33 - Resultado do teste queda da bola



Fonte: Arquivo pessoal, (2019).

6.3 Apresentação do cob à comunidade

No dia 1 de setembro de 2019, o método de construção com terra cob foi apresentado aos moradores do acampamento Pátria Livre em forma de palestra (Figura 34). A diretora reuniu 16 moradores de diversos núcleos em uma sala de reuniões improvisada.

Figura 34 – Apresentação do cob à comunidade



Fonte: Arquivo pessoal, (2019).

Antes mesmo da palestra começar, alguns moradores já sinalizavam ter algum conhecimento sobre construções feitas de barro e vários deles já demonstravam familiaridade com a técnica.

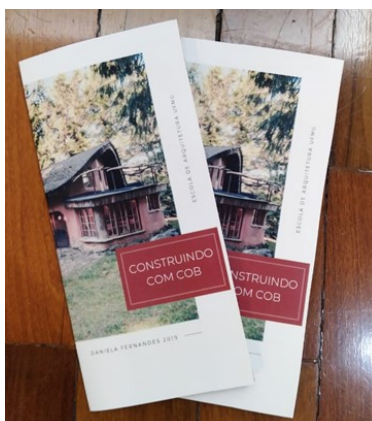
Após a apresentação da palestra, distribuiu-se as cartilhas (Figura 35) e um novo questionário, com as seguintes perguntas:

1. *Você utilizaria o cob como técnica de construção da sua casa?*
 - *Sim.*
 - *Não.*

2. *Qual aspecto do cob mais te incentiva a utilizá-lo?*
 - *É uma técnica barata.*
 - *É uma técnica simples.*
 - *Proporciona conforto.*
 - *É uma das técnicas mais sustentáveis.*

3. *Existe algum empecilho para a utilização do cob no acampamento Pátria Livre?*
Qual?

Figura 35 - Cartilhas



Fonte: Acervo pessoal, (2019).

Das 12 pessoas que responderam ao questionário, 11 assinalaram que utilizariam o cob como técnica de construção, 12 marcaram todas as opções sobre os aspectos do cob que mais os incentivam a utilizá-lo e 6 pessoas responderam que o único empecilho para a utilização do cob era não terem conquistado o direito de permanecer na terra ainda.

Em posterior conversa, a diretora assinalou o desejo de utilizar o cob na construção de uma capela.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final, pode-se concluir que o cob poderia ser utilizado para autoconstrução no Acampamento Pátria Livre, já que nesta análise o cob se mostrou tecnicamente viável e previamente aceito pelos moradores como possível futura técnica de construção no acampamento.

Os ocupantes da Pátria Livre se mostraram muito abertos para aprenderem uma nova técnica e demonstraram entusiasmo e esperança ao ouvirem sobre o cob. Vários deles assentiram quanto ao conforto e resistência das residências de barro, por já terem morado em uma construção que utilizava uma técnica de construção com terra, e elogiaram esteticamente as casas de cob apresentadas.

Através dos ensaios expeditos comprovou-se a adequabilidade do solo do acampamento para a técnica cob e é possível encontrar a palha no próprio terreno da Pátria Livre.

É possível concluir, então, que oferecendo assistência técnica e um workshop para os moradores do acampamento Pátria Livre, o cob poderia ser a técnica de autoconstrução utilizada por eles, que traria mais conforto, segurança e sensação de pertencimento para suas vidas.

8. REFERÊNCIAS

An Ethnography of Concrete in Urban South Asia. Disponível em: <https://sidmenonarchitect.wordpress.com/2015/10/11/urban-blueprint-go-local/mlc04_skilled-craftsmen-building-cob-wall/>. Acesso em 26 Ago. 2019.

BATISTA, Neuza Maria de Almeida: **O Amanhecer de Uma Cidade. São Joaquim de Bicas.** Minas Gerais, 2006.

BODDINGTON, Shaye. 2012. **Installing windowns into our cob cottage.** Disponível em: <<http://www.diyhousebuilding.com/cob-building-henry3.html>>. Acesso em 26 de Ago. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável. Departamento de Desenvolvimento Rural Sustentável. **Curso de Bioconstrução.** Texto elaborado por: Cecília Prompt - Brasília: MMA, 2008. 64 p.; 21 cm.

BROSLER, Taísa Marotta. **As transformações culturais através das construções nos lotes de um Assentamento Rural em São Paulo.** 2011. 20 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Unicamp, 2011.

BUI, Quoc-Bao, et al. "**Effect of moisture content on the mechanical characteristics of rammed earth.**" *Construction and Building Materials*, 15 Mar. 2014, p. 163+. Academic OneFile, disponível em: <<http://link.galegroup.com/apps/doc/A364089430/AONE?u=capes&sid=AONE&xid=b7d59cec>>. Acesso em 18 Aug. 2018

Building with cob; a home out of mud. **Natural Homes**, 2018. Disponível em: <<http://naturalhomes.org/permahome/building-with-cob.htm>>. Acesso em: 31 maio. 2019.

CARDOSO, F. P.; JUCKSCH, I; SILVA, M. S.; HIRONAGA, L.S.; CASTRO, A. D.. **Projeto Arquitetônico e participação popular: as dimensões formais simbólicas e políticas da moradia e da habitação em assentamentos de reforma agrária.** *Labor & Engenho*, Campinas [SP], Brasil, v.3, n.1, p.70-81, 2009. Disponível em: <www.conpadre.org> e <www.labore.fec.unicamp.br>

Cob Homes. 2016. Disponível em: <<https://insteading.com/blog/cob-home-exteriors/>>. Acesso em 7 Jul. 2019.

Cob walls going up. Disponível em: <<https://inspirationalvillage.me/tag/cobbing-around-windows/>>. Acesso em 26 de Ago. 2019.

EVANS, Ianto; SMITH, Michael G; SMILEY, Linda; BEDNAR, Deanne. **The Hand-Sculpted House**. United States, 2002.

FORSTER, Alan M.; MEDERO, Gabriela M.; MORTON, Tom; BUCKMAN, Jim. **Traditional cob wall: response to flooding**, *Structural Survey*, Vol. 26 Issue: 4, pp.302-321. United Kingdom, 2008.

IBGE. **Mapa de solos do Brasil**. Brasil, 2001.

IAC. Solos do Estado de São Paulo. Disponível em <<http://www.iac.sp.gov.br/solossp/pdf/Cambissolos.pdf>> Acesso em Setembro de 2018.

Incredible Cob House Tour - A Sustainable Green Building. Direção e produção: Mat e Danielle do Exploring Alternatives. 2017. (3:56 min).

INMETRO. **Informação ao consumidor: Bloco Cerâmico (Tijolo)**. Disponível em <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/tijolo.asp>> Acesso em setembro de 2018.

Introduction to cob & natural. **PermaCourses**, 2019. Disponível em: <<http://www.permacourses.com/courses/2112/natural-building/introduction-to-cob-natural-building/>> Acesso em: 31 maio. 2019.

JUDD, Amy. **B.C.'s own 'Cob Cottage' named Canada's most wished-for Airbnb property**. 2017. Disponível em: <<https://globalnews.ca/news/3917861/bc-cob-cottage-airbnb/>>. Acesso em 2 Jul. 2019.

KEEFE, Larry. **The COB Building of Devon 2 - Repair and Maintenance**. Devon, 1992.

LEY, Tony. **Traditional crafts updated: thatching and cob**, *Structural Survey*, Vol. 13 Issue: 4, pp.4-12. 1995.

LOPES, Raíssa. **Trabalhadores sem-terra fazem ato para cobrar direitos em São Joaquim de Bicas (MG)**. Disponível em <<https://www.brasildefato.com.br/2018/08/01/trabalhadores-sem-terra-fazem-ato-para-cobrar-direitos-em-sao-joaquim-de-bicas-mg/>> Acesso em setembro de 2018.

LOURENÇO, PL. **Earth constructions**. Master thesis, UTL-IST, Lisbon, Portugal, 2002.

MAIA, Rafael Torres. **Avaliação das variáveis que influenciaram no uso da terra como material construtivo para habitação social rural no Assentamento Rural Sepé Tiaraju - Serra Azul - SP**. 2011. 146 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2011.

MICCOLI, Lorenzo; MULLER, Urs; FONTANA, Patrick, et al. **Mechanical behaviour of earthen materials: a comparison between earth block masonry, rammed earth and cob**. *Construction and Building Materials*, 30 June 2014, p. 327+.

MINKE, Gernot. **Building with earth, Design and Technology of a Sustainable Architecture**. Basel-Berlin-Boston: Birkhauser--Publishers for Architecture. Kassel, Germany, 2006.

MINKE, Gernot. **Manual de Construção com Terra: uma arquitetura sustentável**. 1ed - São Paulo: B4, 2015. 228 p: il, 23cm Kassel

MITCHELL, Ryan. **Cob Houses: A Simple Guide To Building A Cob House** 2018. Disponível em: <<https://thetinylife.com/cob-houses/>>. Acesso em 2 Jul. 2019.

NEVES, Célia; FARIA, Obede Borges (Org.). **Técnicas de construção com terra**. Bauru, SP: FEB-UNESP/PROTERRA, 2011. 79p. Disponível em <<http://www.redproterra.org>>. Acessado em 2019.

NIELSEN, Kirk. **Cob**. Disponível em: <<https://www.kirknielsen.com/project/cob/>> Acesso em: 31. maio. 2019.

Off The Grid Tech: Building With Cob. **Newenglandsavage**, 2017. Disponível em: <<https://steemit.com/life/@newenglandsavage/off-the-grid-tech-building-with-cob>> Acesso em: 31 maio. 2019.

PACHAMAMA, Raphael. **Guia de construção com bambu e terra: Bambu-a-pique e tijolos adobe**. 2018. Material didático para autoconstrução - habitação de um andar (térrea). Escola de Arquitetura e Urbanismo da UFMG.

PACHECO-TORGAL, Fernando; JALALI, Said. **Lessons from the past for future eco-efficient construction and Building Materials**. United States, 2012.

Prefeitura Municipal de São Joaquim de Bicas. 03 de dezembro de 2012. **Lei Complementar Nº 13 - Revisão do Plano Diretor do Município de São Joaquim de Bicas**. Processo de Revisão do Plano Diretor. Disponível em <http://www.agenciarmbh.mg.gov.br/wp-content/uploads/2016/11/PDRMBH_PRD02_SA%CC%83O_JOQUIM_DE_BICAS_R02.pdf> Acesso em Setembro de 2018.

QUADRILHA que roubava carros é desbaratada em Porto Velho. Rondônia Hoje, Porto Velho, 27 abr. 2016. Disponível em: <<http://www.rondoniahoje.com.br/abril/27/quadrilha-roubava-carros.html>>. Acesso em: 28 abr. 2016.

REDAÇÃO O Tempo. **MST invade a quarta fazenda de Eike Batista em Minas**. Disponível em <<https://www.otempo.com.br/cidades/mst-invade-a-quarta-fazenda-de-eike-batista-em-minas-1.1996443>> Acesso em setembro de 2018.

REDAÇÃO R7. **Ocupação em fazenda de Eike Batista reflete na rotina de São Joaquim de Bicas** (MG). Disponível em <<https://noticias.r7.com/minas-gerais/mg-no-ar/videos/ocupacao-em-fazenda-de-eike-batista-reflete-na-rotina-de-sao-joaquim-de-bicas-mg-27092017>> Acesso em setembro de 2018.

SOOD, Gaurav. Why Cob House is an Eco-Friendly Building Option. **Homecrux**, 2018. Disponível em: <<https://www.homecrux.com/cob-house-cost-why-cob-house/971115/>> Acesso em: 31 maio. 2019.

Taipa de pilão. 2019. Disponível em: <<https://www.ecivilnet.com/dicionario/o-que-e-taipa-de-pilao.html>>. Acesso em 7 Jul. 2019.

Taipa de pilão é solução ecológica e sustentável. 2016. Disponível em: <<https://www.temsustentavel.com.br/taipa-de-pilao-e-solucao-ecologica-e-sustentavel>>. Acesso em 7 Jul. 2019.

Traditional British Style Cob Buildings. 2019. Disponível em: <<http://www.cobcottage.com/galleries/traditional-british-style-cob-buildings>>. Acesso em 7 Jul. 2019.

TYBEL, D. 6 tipos de citação mais comuns em TCC. **Guia da Monografia**, 2017. Disponível em: <<http://guiadamonografia.com.br/tipos-citacao/>>. Acesso em: 05 abr. 2017.

Unique Cob Cottage. 2019. Disponível em: <https://www.airbnb.com.br/rooms/1720832?_set_beve_on_new_domain=1562121608_u1PwCLws24piZkqn&source_impression_id=p3_1562121613_Eun5wy%2BhOztCrFC>. Acesso em 2 Jul. 2019.

WARGOCKI, Pawel; WYON, David P; BAIK, Yong K.; CLAUSEN, Geo; FANGER, P. Ole. **Perceived Air Quality, Sick Building Syndrome (SBS) Symptoms and Productivity in an Office with Two Different Pollution Loads.** Munksgard. Denmark, 1999.

WATSON, L; MCCABE, K. **The cob building technique. Past, present and future.** University of Plymouth. United Kingdom, 2011.

WINTER HOME. **Cob & On,** 2013. Disponível em: <http://cobandon.blogspot.com/2013/11/winter-home.html> Acesso em: 31 maio. 2019.