

Alvenaria de sacos de terra – Análise do ciclo de vida

Land bag masonry - Life cycle analysis

RESUMO

Tendo em atenção a procura de soluções alternativas de construção em meios com difícil acesso e a utilização de materiais sustentáveis, o presente trabalho analisa o ciclo de vida de uma construção de adobe moldado, composta por paredes resistentes de sacos de terra, baseando-se num protótipo desenvolvido no Nhangau, na província de Sofala em Moçambique.

Partindo duma matéria prima considerada frágil e caracterizando os materiais que servem de base para o presente estudo, demonstra-se as qualidades e a sustentabilidade dos referidos materiais para a aplicação nas construções de baixo custo e onde o acesso aos materiais é difícil.

Não obstante o preconceito em relação a este tipo de construções associadas à pobreza e desprezadas pela sociedade, em Moçambique são correntes as construções com terra, sendo a tecnologia mais usual a de terra de recobrimento. Desta forma, é necessária uma consciencialização da população para a execução deste tipo de construções como forma alternativa para a melhoria das condições de habitabilidade.

Palavras-chave: construção sustentável, técnicas de construção, terra, ciclo de vida.

Michael Mendes
Unizambeze. Beira.
Moçambique e Instituto
Politécnico de Castelo
Branco.
Portugal
michaelmendessantos@
gmail.com

Cristina Calmeiro
dos Santos
Escola Superior de
Tecnologia.
Instituto Politécnico de
Castelo Branco,
Portugal
ccalmeiro@ipcb.pt

ABSTRACT

Considering the research of alternative solutions at construction in environments with difficult access and the use of sustainable materials, the present work analyses the life cycle of a moulded adobe construction, made up of resistant walls of soil bags, based on a prototype developed in Nhangau, Mozambique's Sofala province.

Starting from a raw material considered fragile and characterizing the materials that serve as the basis for the present study, the qualities and sustainability of said materials for the application in the low-cost constructions and where the access to the materials is difficult is demonstrated.

Despite prejudice in relation to this type of constructions associated to poverty and despised by society, in Mozambique the buildings with soil are common, being the most common technology the soil of covering. In this way, it is necessary to raise awareness of the population for the execution of this type of construction as an alternative way to improve housing conditions.

Keywords: sustainable construction, construction techniques, soil, life cycle.

1. INTRODUÇÃO

Não é consensual a data em que o homem começou a utilizar a terra na construção.

Minke (2006) refere que deve ter sido há mais de 9000 anos, baseando essa convicção na descoberta de habitações,

no atual Turquemenistão, à base de blocos de terra (adobe) datadas de um período entre 8000 a 6000 a.C. [1]. Já Pollock (1999) afirma que a utilização da terra para a construção remonta ao período de El-Obeid na Mesopotâmia (5000 a 4000 a.C.). Por outro lado, Berge (2009) refere que datam de 7500 a.C. os exemplares mais antigos de blocos de adobe, os quais foram descobertos na bacia do rio Tigre, pelo que na sua opinião as habitações em terra poderão ter começado a ser usadas há mais de 10000 anos [1].

Desde a antiguidade à atualidade, a terra tem sido usada como material de construção em grande parte do mundo, em especial no continente Africano, como podemos constatar na figura 1.

Em Moçambique é usual o recurso à terra, nomeadamente como material de recobrimento (Fig. 2), ainda que este tipo de construções esteja associado à pobreza, sendo, por isso mesmo, desprezado pela sociedade.

De entre as diferentes técnicas de construção com terra, encontra-se a construção com sacos de terra, também denominada de superadobe, criada pelo arquiteto iraniano Nader Khalili. Esta técnica de construção, também denominada debio construção, utiliza sacos com terra compactada para fazer paredes e coberturas [3].

Nader procurava uma técnica de fácil e rápida execução, económica e que utilizasse material local para abrigar refugiados da guerra e de desastres naturais.

A técnica popularizou-se na década de 80, quando Nader ganhou um concurso da NASA que procurava a técnica mais apropriada para a construção de uma base na lua. O superadobe foi o vencedor por usar essencialmente subsolo local, não havendo necessidade de transporte de

CONSTRUÇÕES DE TERRA NO MUNDO



Fig. 1 - Construções de terra no Mundo [2].

materiais. Além do mais, o superadobe permite a construção em cúpula, o que simplifica ainda mais a obra [3].



Fig. 2 - Construção de terra de recobrimento na vila do Nhangau, Moçambique.

2. TÉCNICAS DE CONSTRUÇÃO EM TERRA

Entende-se por construção de terra qualquer atividade que utiliza a terra como matéria-prima. O CRATerre (Centre International de la Construction en Terre) criou o diagrama representado na figura 3, o qual reproduz as diferentes técnicas de construção que utilizam a terra como matéria-prima [4].

Este diagrama é uma síntese das diferentes técnicas de construção em terra, as quais se subdividem sob a forma de monolítica e portante (A); de alvenaria portante (B) e de enchimento ou de proteção de uma estrutura de suporte (C).

As técnicas de construção monolítica, ou seja, *in situ*, consistem nas seguintes etapas [4]:

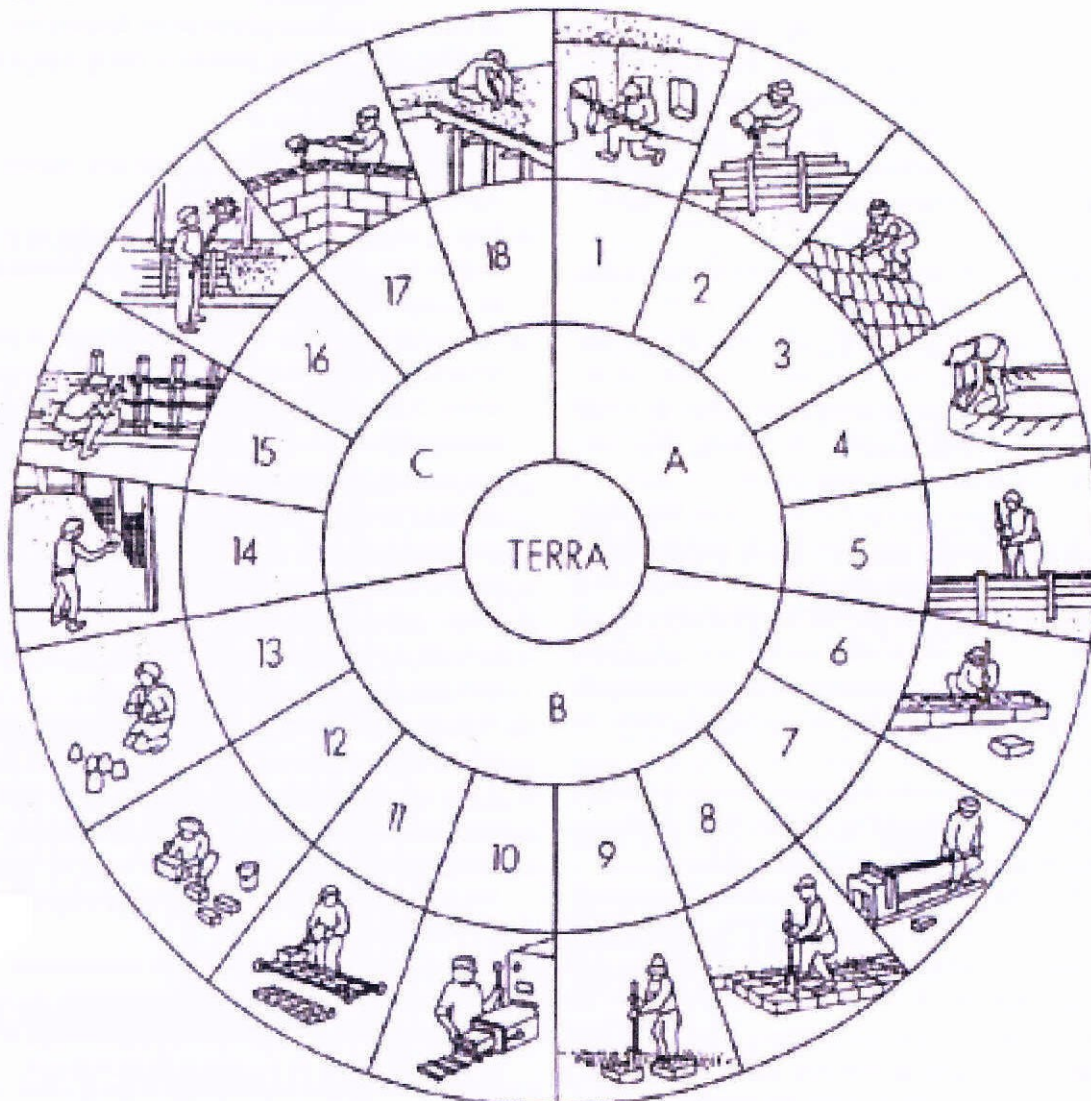


Fig. 3 - Diagrama estabelecido pelo grupo CRATerre das diferentes famílias de sistemas de construção antigos e modernos [4].

1. Terra escavada – tal como o nome indica, consiste em escavar o terreno e moldar no seu interior construções. É por isso uma técnica construtiva em negativo, onde se retira material, a depósitos de terras, no estado sólido ou seco, construindo ao mesmo tempo espaços no seu interior.
2. Terra plástica – a terra no estado quase líquido pode ser utilizada como betão magro, em cofragens ou moldes, para elevar paredes ou construir pavimentos. É um sistema moderno e pouco empregue devido aos grandes problemas de retração que apresenta.
3. Terra empilhada – a técnica consiste em empilhar bolas de terra ou molhes de lama e palha à fiada até formar parede, sendo depois a mesma aparada ou regularizada à superfície.
4. Terra modelada – no estado plástico a terra é moldada ou esculpida à fiada formando paredes.
5. Terra prensada – a mais conhecida técnica deste grupo é a taipa, vulgarmente designada de taipa de pilão no Brasil ou simplesmente taipa no sul de Portugal. A técnica consiste em prensar ou comprimir camadas de terra quase seca dentro de uma cofragem – os taipais.

Seguidamente descrevem-se as técnicas em alvenaria portante [4]:

6. Blocos apiloados – trata-se da manufatura de pequenas unidades em terra no estado plástico ou seco, comprimidas com um pequeno maço em moldes de forma quadrada ou paralelepípedica em madeira. Estas unidades são posteriormente secas ao sol.
7. Blocos prensados – esta técnica consiste em comprimir ou apertar à pressão terra seca e com grande percentagem de partículas finas em moldes. Esta pressão só é possível com máquinas que vão desde a simples prensa manual às mais sofisticadas, mecânicas e industriais. Os blocos de terra comprimida costumam-se designar de pequenas taipas devido às semelhanças entre as duas técnicas.
8. Blocos cortados – solos superficiais de características minerais que apresentem boa coesão estão na origem de pedreiras de extração de blocos cortados.
9. Torrões de terra – depósitos superficiais de terra vegetal coerente ou corrente que permitem o corte de blocos – unidades que, depois de secos, são empregues na elevação de paredes.
10. Terra extrudida – sistema moderno e mecânico que permite a produção de blocos a partir de terra seca/plástica, com alto teor de finos. Esta técnica exige sis-

temas de produção complexos e mecanizados, e o seu aparecimento deriva da adaptação da indústria cerâmica de tijolo, sem os custos adicionais do forno pois os blocos são apenas secos.

11. Adobe mecânico – sistema muito semelhante ao anterior com a diferença que a terra terá de ser plástica/líquida e que as unidades terão de secar ao ar, levando muito mais tempo.
12. Adobe manual – técnica ancestral ainda hoje viva em África e que consiste em moldar ou esculpir, apenas com as mãos, unidades em terra plástica de formas diversas que, depois de secas, são utilizadas na construção de paredes.
13. Adobe moldado – esta é seguramente a técnica mais universal de todas. A manufatura do adobe moldado consiste no enchimento com terra no estado plástico de moldes em madeira, pressionando ligeiramente com as mãos, sendo depois retirado o molde deixando o adobe a secar ao sol.

No grupo das técnicas de enchimento de uma estrutura de suporte identifica-se [4]:

14. Terra de recobrimento – esta técnica consiste no revestimento com terra de estruturas em grade de madeira ou noutro material vegetal.
15. Terra sobre engradado – para além da função de revestimento, esta técnica acumula ainda a função de enchimento. O princípio construtivo é igual ao anterior com algumas diferenças. Permite, por exemplo, que a terra seja utilizada, ao mesmo tempo, para revestimento em rebocos e enchimento como sucede com adobes, rolos em terra e palha ou outros materiais em terra que são entalados entre as estruturas de madeira.
16. Terra – palha – trata-se de um processo que utiliza a terra sob a forma de barbotina de terra argilosa misturada com palha ou outro cereal.
17. Terra de enchimento – tal como o nome indica a terra é utilizada no enchimento de outras estruturas. É vulgar o seu uso como isolamento ou reforço de estruturas existentes, sendo a mais frequente o enchimento do vazio entre dois panos construídos em alvenaria de pedra ou tijolo. A terra é aqui utilizada para enchimento de estruturas ocas.
18. Terra de cobertura – consiste no revestimento e no uso da terra em coberturas. A terra reveste ou protege estruturas construídas com outros materiais, na sua maioria estruturas de madeira e fibras vegetais.

3. CARACTERIZAÇÃO E MELHORAMENTO DO SOLO

O material utilizado como matéria-prima na construção em terra é aplicado somente na fase mineral dos solos [1]. Esta é constituída por partículas minerais de diferentes tamanhos: argila, siltes e material arenoso. Para o conhecimento deste material é necessário proceder à sua caracterização prévia, recorrendo a ensaios laboratoriais e ensaios expeditos.

Os ensaios expeditos ou de campo permitem uma caracterização inicial do tipo de solo disponível. Os ensaios que se sugerem consistem numa adaptação dos referenciados por Eusébio (2000) e CRATerre, citado em Ferreira (2012) [5]. Os referidos ensaios são:

- Observação da cor: este procedimento é o primeiro indicador das características do solo, uma vez que a cor é influenciada pela sua constituição química. Deste modo, a cor escura denuncia a presença de materiais orgânicos. Por sua vez, uma cor avermelhada indica a coloração causada por óxidos de ferro hidratado, enquanto o amarelo denuncia a presença de óxidos de ferro mais ou menos hidratados. Uma cor parda é associada à presença de óxidos de ferro hidratados ou óxidos de ferro associados à matéria orgânica. Por último, solos pálidos indicam a presença de areias quartzosas ou feldspáticas.
- Teste do cheiro: como já foi referido, neste sistema construtivo não devem ser usados solos que contêm matéria orgânica. Assim, este teste assume-se como o segundo indicador imediato o qual, através do odor libertado pelo solo após a sua extração, permite verificar a existência de matéria orgânica com base no seu cheiro característico. Este tipo de solo quando aquecido ou humedecido intensifica o seu odor.
- Teste ao tato: este procedimento consiste em esfregar uma amostra de solo (após a remoção das partículas de maiores dimensões) entre os dedos, o que permite identificar três tipos de solo: solo arenoso, o qual se apresenta áspero e sem coesão quando humedecido; solo siltoso, à semelhança do anterior, áspero ainda que apresente uma certa coesão quando humedecido; solo argiloso apresenta-se plástico e pegajoso quando húmido, tornando-se resistente ao esmagamento quando seco.
- Teste do brilho: após realizar uma bola com solo ligeiramente humedecido, esta é cortada ao meio usando uma faca. Se o interior apresentar uma superfície opaca indica a presença de silte, pelo contrário, se apresentar uma superfície brilhante, significa que existe uma predominância de argila.
- Teste da aderência: este procedimento pode ser considerado um complemento ao teste anterior, uma vez que os dois primeiros passos são iguais. Neste, apenas é necessário verificar qual a resistência que a bola de terra oferece à penetração da faca, pois os solos argilosos tendem a resistir à penetração e aderem à faca, ao contrário dos solos pouco argilosos, em que a faca penetra facilmente na mesma.
- Teste à lavagem: após o contacto com o solo, a lavagem das mãos e utensílios dão-nos informação sobre a composição do mesmo, através da facilidade com que este se liberta. Enquanto os solos compostos por areia e silte são fáceis de retirar apenas com água, solos com grande teor de argila obrigam a ser esfregados.
- Teste de sedimentação: para este teste devemos colocar a terra a utilizar num frasco de vidro redondo, com fundo plano e encher até $\frac{1}{4}$ da sua altura com terra e os restantes $\frac{3}{4}$ com água. Tapa-se o frasco e deixa-se repousar durante uma hora para permitir uma impregnação de todas as partículas. Em seguida agita-se fortemente e deixa-se repousar durante mais uma hora, voltando a repetir este processo uma vez mais. A partir desta altura, é possível começar a observar os resultados. As partículas sólidas começam a assentar, podendo medir-se com alguma precisão as diferentes texturas na amostra. Os saibros depositar-se-ão no fundo, seguidos da camada de silte e da de argila e, à superfície da água, surgem as partículas orgânicas. Ao fim de oito horas pode então medir-se a altura das diferentes camadas e avaliar, em termos percentuais, a constituição da terra. No entanto, deve ter-se em consideração, que as partículas argilosas aumentam de volume com a presença da água.
- Teste visual pela peneiração: este método consiste em passar por dois peneiros o solo que se deseja analisar, fazendo uma separação das partículas, através da passagem, primeiramente, pelo peneiro n.º 200 (0,074 mm) e, em seguida, pelo n.º 10 (2 mm). A passagem através do peneiro n.º 200 mostra que se o material retido (areia e seixo) for menor que o passado (silte mais argila), o solo será argiloso. Caso contrário, o solo será arenoso ou pedregoso. A passagem do material, anteriormente retido, no peneiro n.º 10 mostra que o solo será pedregoso quando o montículo de seixos for maior que o de areia. Caso contrário, o solo será

arenoso. Quer se trate de solo arenoso ou pedregoso, este pode ser utilizado desde que, após a realização e secagem ao sol de uma bola de terra utilizando o material original, este mantenha a sua forma sem partir, utilizando, posteriormente, o montículo de silte e areia para os testes seguintes.

- Teste de retenção de água: após a passagem do material pelo peneiro de 1mm faz-se uma bola com o tamanho aproximado de um ovo, à qual se adiciona a água necessária para manter a bola unida sem se colar às mãos. Posteriormente, pressiona-se suavemente a bola na palma da mão encurvada e golpeia-se fortemente com a outra mão. Se, após 5 a 10 golpes, a água aparecer à superfície trata-se de uma reação rápida. Se, sempre que pressionada, a água desaparecer e a bola ficar esmigalhada indica a presença de areia fina ou de silte grosso. Se o mesmo só acontecer após 20 ou 30 golpes, trata-se de uma reação lenta. Sempre que, sob pressão, a bola se moldar às mãos, trata-se de um solo composto por silte ligeiramente plástico ou por argila. Caso não exista qualquer reação, ou esta seja muito lenta, pressupõe a existência de um alto teor de argila.
- Teste de resistência à secagem: utilizando o mesmo material do teste anterior, faz-se um cilindro, com cerca de 0,1cm de altura e 5cm de diâmetro. Após a sua secagem ao sol, aperta-se o cilindro entre o polegar e o indicador de modo a observar a sua dureza. Se este não se reduzir a fragmentos trata-se de uma argila praticamente pura. Caso seja necessário muito esforço para que este se fragmente trata-se de uma argila arenosa

ou siltosa. Se este for facilmente destruído trata-se de areia ou silte com pouco conteúdo de argila.

- Teste do rolinho: a partir de uma bola com o tamanho aproximado de uma azeitona, realizada com o mesmo material do teste de retenção de água, tenta-se formar um rolinho. Caso este parta antes de atingir cerca de 0,3cm de espessura é necessário acrescentar água, pois encontra-se muito seco. Este processo é repetido até encontrar o nível ideal de água acrescentado. Posteriormente faz-se uma bola, a qual será apertada entre o dedo polegar e o indicador. Caso apenas se consiga esmagar a bola com dificuldade, não fissurando, esta terá um alto conteúdo de argila. Se a bola fissurar ou se desfizer, terá um baixo conteúdo de argila. Se esta se partir mesmo antes de formar uma bola, deverá conter um elevado conteúdo de silte ou areia. Se a bola for esponjosa e suave, deverá tratar-se de um solo orgânico.

Através de ensaios laboratoriais dos solos, é possível caracterizar o solo mais adequado para este tipo de construção e, se necessário, proceder à sua correção. Dentro dos possíveis ensaios destaca-se a análise granulométrica, os limites de consistência, a compactação com o ensaio Proctor e ensaios de resistência à compressão simples [5].

O melhoramento do solo ou estabilização consiste na alteração das características iniciais de um determinado solo. Este melhoramento pode ser realizado através duma estabilização química com a adição de cimento, cal ou outros aditivos e/ou mecanicamente, recorrendo a correções da sua granulometria [5].

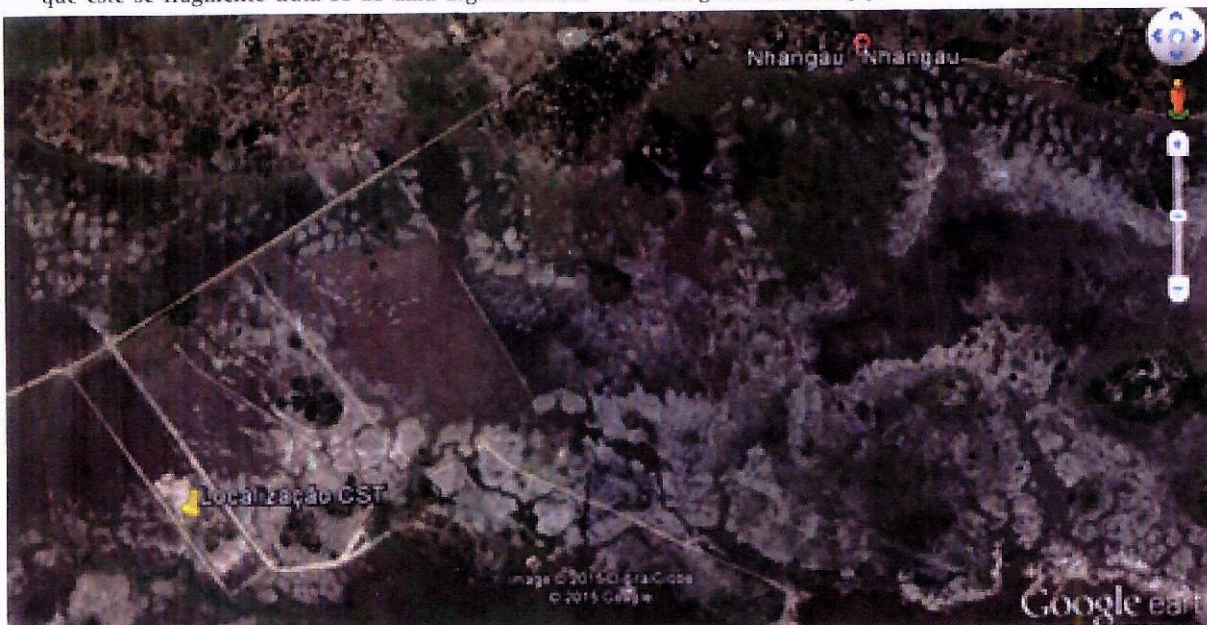


Fig. 4 - Localização da construção de sacos de terra [6].

4. CASO DE ESTUDO

4.1 Introdução

Tendo em atenção a procura de soluções alternativas de construção em meios com difícil acesso e a utilização de materiais sustentáveis, desenvolveu-se uma construção de paredes resistentes de sacos de terra, localizado no Nhan-gau, na província de Sofala em Moçambique (Fig. 4).

O caso de estudo apresentado - a construção de sacos de terra, encontra-se dentro do grupo das técnicas a aplicar na execução de alvenarias de abobe moldado. Seguidamente, procede-se à sua descrição.



Fig. 5 - Solo de natureza arenosa utilizado na construção.

Numa primeira fase procedeu-se à seleção dos solos a utilizar na construção, tendo em atenção a sua localização, de modo a selecionar os solos mais próximos do local da construção. Após a realização dos ensaios expeditos descritos anteriormente, selecionou-se um solo localizado a aproximadamente 10 m do local de construção (Fig. 5).

Inicialmente executou-se uma fundação contínua em betão, utilizando unicamente os solos selecionados como agregado do betão.

Posteriormente procedeu-se ao enchimento com terra dos sacos e a sua colocação sobre as fundações, dando formato às paredes. Os sacos foram reaproveitados de usos anteriores, tendo aproximadamente 50 cm de largura. Para o enchimento dos sacos recorreu-se ao auxílio de um balde sem fundo.

No decurso do enchimento dos sacos procedeu-se à colocação da primeira fiada (Fig. 6), posteriormente colocaram-se as seguintes fiadas, tendo o cuidado de desencontrar os sacos de terra, como mostra a figura 7.



Fig. 6 - Colocação da primeira fiada de sacos.

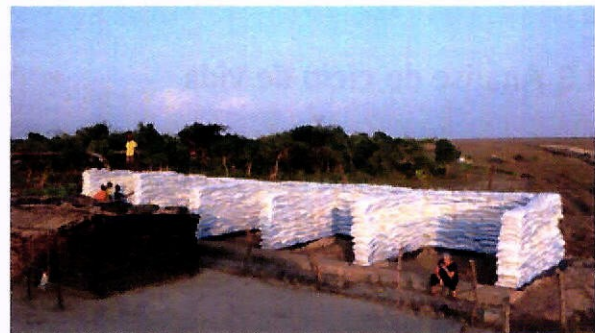


Fig. 7 - Fase final da colocação de sacos.

À medida que a parede foi crescendo, enquanto uns operários se ocupavam com o enchimento e colocação dos sacos, outros comprimiam os solos, até sentir que a fiada se encontrava devidamente compactada.

Após a conclusão da construção das paredes com os sacos de terra, procedeu-se ao revestimento, o qual foi feito com a utilização de reboco com materiais da mesma natureza das paredes e com a adição de 10% de cimento. Os vãos foram efetuados à medida que se executaram as paredes. Os mesmos foram feitos com madeira local (portas e janelas). No presente caso de estudo optou-se por uma cobertura de chapas de policloreto de vinil, assente sobre uma estrutura de madeira local.

4.2. Avaliação da sustentabilidade

Tendo por base a filosofia subjacente ao projeto, elaborou-se a avaliação da sustentabilidade (Tab. 1), em que para cada um dos indicadores definidos se procedeu à sua classificação utilizando uma escala de 0 a 5, onde 0 é não sustentável e 5 muito sustentável.

Tab. 1 - Avaliação da sustentabilidade da construção.

Indicadores	Classificação qualitativa
Materiais de construção	5
Desenho arquitetónico	5
Soluções construtivas	5
Desenho estrutural	4
Interligação entre os integrantes do projeto	5
Fatores ecológicos	4
Fatores sócio culturais	5
Fatores económicos	5
Média	4,75 aprox 5

Da avaliação efetuada, conclui-se que a construção com a aplicação de sacos de terra local é uma técnica sustentável.

4.3 Análise do ciclo de vida

A análise do ciclo de vida (ACV) é uma relação que considera todos os impactos positivos e negativos de um produto no ambiente. Estes impactos medem-se em cada etapa da vida do produto - desde o berço à sepultura, isto é, desde a extração das matérias-primas até ao final da utilização do produto e à demolição do edifício, com indicadores relacionados com os resíduos, emissões e consumo de recursos [7]. Na figura 8 apresenta-se o diagrama geral de análise do ciclo de vida.

Na figura 9 representa-se o ciclo de vida das paredes de sacos de terra sem estabilização química do solo, e sem consumo energético no seu fabrico. A extração do solo é feita manualmente no local da construção, pelo que não há transportes de material nem consumos de energias fósseis em veículos e os sacos são reutilizados de usos anteriores.

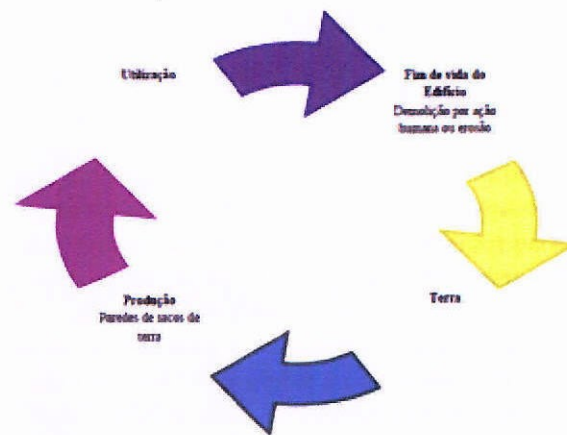


Fig. 9 - Ciclo de vida das paredes de sacos de terra.

No fim de vida da construção, o reboco exterior das paredes e as fundações podem ser fragmentados e reutilizados como agregado e os solos podem ir novamente para o terreno de onde foram extraídos sem necessitarem de qualquer tipo de tratamento.

A cobertura de policloreto de vinil pode ser removida e reutilizada para outros fins ou reciclada de modo a ser incorporada em novos materiais.

Neste caso, podemos dizer que a vida útil da construção é condicionada pela resistência às condições naturais e clima, quer as construções atinjam o fim de vida por efeitos naturais ou pela intervenção do homem e o material predominante, solo, pode ser recolocado no meio natural de onde é proveniente e os restantes elementos podem ser reciclados quase na sua totalidade. Desta forma, o ciclo de vida desta construção com solo pode ser considerado contínuo sendo uma construção 100% reciclável.

Da avaliação efetuada podemos considerar a construção de sacos de terra como sustentável.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A terra é o material de construção mais antigo do mundo, um exemplo é a grande muralha da China que foi construída há 4000 anos atrás.

Este tipo de construções oferece uma alternativa onde haja limitações de orçamento e dificuldades de transporte dos materiais até ao local de construção.

Como vantagens, podemos destacar a disponibilidade do material no mundo, um excelente comportamento térmico e acústico e a capacidade de criar um equilíbrio na humidade do ambiente. Mais do que uma solução ecológi-

42

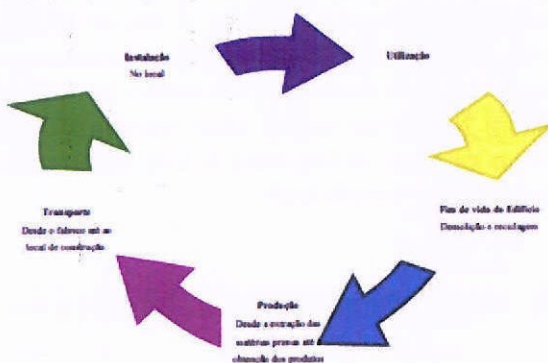


Fig. 8 - Diagrama da análise do ciclo de vida.

ca, é uma construção que não necessita obrigatoriamente de mão-de-obra especializada.

No que respeita aos desperdícios da construção em terra (não estabilizados), estes podem simplesmente ser objeto de deposição no sítio da sua extração sem qualquer perigo ambiental envolvido. Mesmo quando o solo é objeto de estabilização com cal ou cimento, este pode voltar a ser reutilizado neste tipo de construções.

Desta forma, verifica-se que é necessária uma consciencialização da população para a execução deste tipo de construções, melhorando as condições de habitabilidade, a baixo custo, e eliminar os estímulos associados às construções de terra em Moçambique e no Mundo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Torgal, F. P., Jalani, S. (2010) – A Sustentabilidade dos Materiais de Construção. TecMinho, 2ª Edição, p 287-329.
- [2] http://craterre.org/galeriadesimages/default/gallery/38/gallery_view/Gallery/cti/galeedesimages/default/gallery/38/gallery_view/Gallery (consultado em 25/10/2015).
- [3] <http://www.ceciliaprompt.arq.br/materiais-e-tecnicas/terra-ensacada> (consultado em 26/10/2015).
- [4] Http://www.baukultur.net/ficheiros_artigos (consultado em 26/10/2015).

- [6] <https://www.google.co.mz/maps/@19.7323829,34.9883693,2764m/data=!3m1!1e3?hlpt-PT>, (consultado em 26/10/2015).

- [7] <http://www.isover.pt/ISOVER-e-a-Sustentabilidade/Materiais-iso-lantes-e-seusciclos-de-vida>, (consultado a 29/10/2015).

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

- Association Maison de Pays - Villes et Pays d'art et d'histoire Pays du lac de Paladru-Les trois Vals.
- Berge, B. (2009) – The Ecology of Building Materials. 2nd Edition, Architectural Press, Elsevier Science (ISBN 978-1-85617-537-1).
- Eusebio, A.P.J. (2001) – Reabilitação e melhoramento de paredes de terra crua-taipa. Tesede Mestrado em Construção, UTL, Instituto Superior Técnico.
- Houben, Hugo; Guillaud, Hubert – "Traité de Construction en Terre", EditionsParantheses, 1989.
- Lauria, A. (2007) – Sustentabilidade na Construção, Verlag Dashöfer.
- Minke, G. (2006) – Building with Earth Design and Technology of a SustainableArchitecture, Birkhäuser – Publishers for Architecture.
- Pollock, S. (1999) - Ancient Mesopotamia., Case Studies in Early Societies, Cambridge University Press (ISBN 978-0-521-57568-3).
- http://terre.grenoble.archi.fr/documentation/downloads/construire_en_terre_web.pdf, (consultado em 26/10/2015).
- <https://naul.wordpress.com/2008/10/07/construcao-de-abrigo-em-sacos-de-terra/>, (consultado em 27/10/2015).
- <http://terre.grenoble.archi.fr/documentation/downloads/pise-H20.pdf>, (consultado em 26/10/2015).
- <http://terre.grenoble.archi.fr/documentation/downloads/catalogue-terreGI.pdf>, (consultado em 26/10/2015).
- <http://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/12321/1/A%20SUS->