

**Estudo de dois sistemas de vedação para o projeto Escola
Profissionalizante em Sustentabilidade: Divino Mestre**

*Study of two masonry for the professional school project in sustainability:
Divino Mestre*

**Claudiana Maria da Silva Leal, Doutora, Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Paraíba, IFPB.**

claudiana.m.b.silva@gmail.com

Dayana da Silva Diniz, Graduanda, Centro Universitário de João Pessoa.

dayanadiniz2612@gmail.com

Leticia de Oliveira Bento, Graduanda, UNINASSAU.

leticiaobento@gmail.com

Raiana Souza Justino, Graduanda, Centro Universitário de João Pessoa.

justinoraiana@gmail.com

Resumo

Escolher sistemas construtivos mais sustentáveis estimulam a busca de materiais de menor grau de impacto ambiental, com eficiência energética e conforto térmico necessários às habitações. Estudos bibliográficos e técnicas indutivas de pesquisa permitiram acompanhar os dois sistemas de vedação em relação ao conforto térmico, visual e acústico, métodos de construção e custos, do comportamento de duas alvenarias de vedação para duas alvenarias da construção do “Projeto Escola Profissionalizante em Sustentabilidade: Divino Mestre – DM-”, situada no bairro Rio do Meio I, em Bayeux-PB. Essas alvenarias de vedação utilizaram técnicas de barro cru e jardim vertical ou parede vegetada atendendo as necessidades em eficácia nos quesitos de controle dos ganhos de calor e ruídos, dispersão da energia térmica, remoção da umidade, promoção do movimento do ar, uso da iluminação natural e identificação de menor custo no total. O resultado apontou que as duas alvenarias do DM atendem as expectativas de eficiência energética.

Palavras-chave: Alvenaria de vedação; Barro Cru; Parede Vegetada; Conforto Ambiental.

Abstract

Choosing more sustainable building systems are stimuli related to the search for resources which brings lower degree of environmental impact, since electric energy efficiency and thermal comfort are necessary for the dwellings. Bibliographical surveys and inductive research techniques were useful in order to evaluate both kinds of sealing concerning visual and acoustic comfort, as well as construction methods and costs, changing from two kinds of sealing masonry to two kinds of building masonry applied to the project "Vocational school in sustainability: Divino Mestre, which is located in the Rio do Meio I neighborhood of Bayeux-PB. Rawclay sealing masonry and vegetated wall were effectively used concerning to noise and warmth kept control, thermal energy dispersal, humidity removal, airing, natural light using and lower costs at the end. As a result both masonry used in the school are adequate related to electric energy performance expectations.

Keywords: *sealing masonry; raw clay; vegetated wall; environmental comfort.*

1.Introdução

A indústria da construção civil possui um papel fundamental no desenvolvimento sustentável e econômico da sociedade, pois trata-se de um delimitador das condições habitacionais que influenciam na saúde de um espaço urbano. Atualmente, o setor se depara com a necessidade de assimilar o crescimento com avanço tecnológico e preservação do ambiente natural além da melhoria da qualidade do ambiente construído. Mas, é um dos ramos de atividades humanas que mais consome recursos naturais e energéticos além de gerar grande quantidade de resíduos sólidos.

Os elementos construtivos convencionais, em virtude de sua quantidade e composição, tornam a cidade impermeável, dificultando o fluxo de água das chuvas, retendo o calor e propagando efeitos climáticos como as ilhas de calor, ocasionando cada vez mais desconforto. Com isso, o homem na tentativa de reverter este cenário, busca por sistemas artificiais que minimizem tais desconfortos, diminuindo a qualidade de vida enquanto os gastos energéticos se elevam.

Surge, portanto, a necessidade do emprego de sistemas eficientes que reduzam os impactos ambientais ao mesmo tempo em que integrem o conforto da moradia. Para tanto, diferentes tecnologias estão sendo adotadas e estudadas com o intuito de resgatar a harmonia do espaço urbano com o meio natural, enquanto promove, para as pessoas, o bem-estar físico e psicológico que o conforto térmico, acústico, visual e ambiental oferece.

Uma alvenaria de vedação possui a finalidade de proteger o edifício de agentes externos, assim como de promover a segurança e o conforto no ambiente. Há várias alternativas sustentáveis para o emprego destes elementos estruturais, são eles: *containers*, madeira, bambu, barro cru, parede vegetada e de pneus. Contudo, no presente artigo serão abordados dois sistemas de vedação em específico, a parede de Barro Crua e Vegetada, mostrando-as como implementação de alvenarias sustentáveis. A primeira – parede de barro cru – apresenta técnicas antigas de construção, trazendo mudanças de acordo com o

desenvolvimento dos métodos de construção. A segunda – a parede vegetada – inova por verticalizar jardins pela falta de espaço horizontal durante a urbanização.

O estudo tem como objetivo atender à lacuna do conhecimento de materiais sustentáveis para as construções urbanas de forma a compreender o comportamento ambiental e a relação de equilíbrio com a natureza dos mesmos, visando sua utilização na construção das alvenarias de vedação do projeto Escola Profissionalizante em Sustentabilidade: Divino Mestre.

2.Fundamentação teórica

Com o desenvolvimento da civilização, o homem deparou-se com a necessidade de ter o seu próprio lugar de vivência onde pudesse se proteger de ações externas e ter um local para seu descanso. Com isto, começou a procurar métodos de construção para cuja aplicação pudesse aproveitar os materiais disponíveis em seu entorno. Desse modo, começou a observar o barro e seu potencial construtivo, usando-o com técnicas artesanais, a fim de buscar sua eficácia de acordo com a finalidade desejada, dando origem, assim, às primeiras sociedades. A técnica de construção em terra crua foi, entretanto, considerada rudimentar depois da era da revolução industrial, principalmente nos países desenvolvidos onde se tornou crescente o preconceito e rejeição a produtos manufaturados. Assim, nas últimas décadas, a utilização do barro foi reduzida, devido ao surgimento de materiais que tornaram o processo construtivo mais rápido – apesar de, sob o ponto de vista de alguns estudiosos, serem devastadores. (XAXÁ, 2013).

A necessidade crescente de métodos que diminuam os danos ao meio ambiente induz o homem a voltar ao uso de sistemas construtivos eficientes e menos nocivos ambientalmente. Assim, tendo em vista que a terra é um dos materiais mais abundantes do planeta, tornou-se interessante a regressão à sua aplicação como matéria prima das alvenarias e a conveniência de se analisarem suas vantagens. Conforme Van Lengen e Minke (*apud* Coimbra, 2017) diversas técnicas construtivas utilizam o barro para fazer paredes, nichos, bancos e outros elementos arquitetônicos, tais como adobe, taipa de pilão, pau-a-pique, cob, dentre outras.

Segundo Silva (*apud* Xaxá, 2013), a terra possui um excelente potencial para ser utilizado como base para a construção. Outro aspecto interessante é que esse material apresenta ainda outras vantagens em sua utilização: a) não há necessidade de aplicação de processos de transformação custosos em termos energéticos; b) é reutilizável e reciclável, atóxico e incombustível; e c) apresenta bom resultado tanto em regiões de climas secos, quanto em regiões de climas úmidos. Tais aspectos acabam por induzir seu uso.

De acordo com Coelho (*apud* Rodrigues e Feiber, 2013) a utilização das técnicas de construção com barro têm todas as características que atendem as condições de sustentabilidade, uma vez que possui custo de montagem e manutenção que permite o seu consumo pela população local; utiliza matéria prima local sem exigir transporte, que

consome muita energia ou recursos não renováveis, o material utilizado é reciclado, ou seja, não geram resíduos, além de privilegiar a mão de obra local.

Para Pereira *et al.* (2014) a utilização do barro cru como insumo principal na produção de bioalvenaria surge como uma opção na construção de edificações de baixo custo, por economizar em logística, quando a terra adequada encontra-se disponível no próprio local da obra, pela abundância da matéria-prima em algumas regiões do Brasil, como o Norte e o Nordeste; por não requerer mão-de-obra qualificada; por consumir apenas energia solar na sua fabricação.

Já quanto às características físicas do material, quando seguido de boas técnicas e planejamento adequado pode gerar construções com grande durabilidade, vantagens em relação a conforto térmico e controle de umidade do ar uma vez que o barro é uma matéria de construção micro-fina e porosa, razão pela qual, diz-se que as alvenarias de terra “respiram”, não têm nem produzem resíduos de produtos químicos, nem contribuem para as emissões de CO₂ para a atmosfera, causadores do efeito de estufa. (PEREIRA *et al.*, 2014)

No que diz respeito à acústica, o conforto gerado em construções utilizando o bloco de solo-cimento, cuja matéria prima é o barro cru, é amenizado em 39 decibéis em uma frequência de 500 Hz, comparando a construção com os blocos convencionais que se diferem em média 45 decibéis dependendo da composição. (Souza *et al.*, 2015)

A existência de fachadas vegetadas se destaca desde a antiguidade – nos jardins suspensos da Babilônia – até o cultivo de vinho em treliças e pérgolas rente às paredes das antigas civilizações, caracterizando uma das primeiras plantas do tipo trepadeira. Os principais estímulos para aplicação desse tipo de parede – vegetada – fundamentam-se em seu potencial de melhorar termicamente os edifícios; além disso, seu uso proporciona benefícios ambientais e sociais.

Segundo Montanari e Labaki (2017), as instalações de envoltórias vegetadas permitem integrar a vegetação ao edifício e seus sistemas de forma a proporcionar benefícios como o resfriamento passivo. Ambrosini *et al.* e Santamouris (*apud* Montanari e Labaki, 2017) relatam que o desempenho térmico destas envoltórias vão além dos benefícios ligados ao resfriamento do interior do edifício ao apresentar o auxílio na moderação do clima e na redução das ilhas de calor urbana. Contudo, este bom desempenho térmico só é apresentado, tanto em temperaturas internas quanto externas, quando levado em considerações variáveis como temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do vento, radiação solar, entre outras.

Além da capacidade de reduzir temperaturas ao longo do dia, a parede vegetada possui um efeito importante para a qualidade da temperatura interna de edificações, que é chamado de inércia térmica. Kumare Mahalle (*apud* Montanari e Labaki, 2017) explicam que a amplitude térmica de um ambiente com a presença de envoltórias verdes é menor, justificando-a devido ao calor absorvido pela vegetação ser dissipado de forma mais lenta do que seria para uma alvenaria que não a possui. Para completar, esse equilíbrio nastrocas térmicas da vegetação é gerada, segundo Gagliano (*apud* Montanari e Labaki, 2017), por

ações de radiação, convecção, evapotranspiração do solo e das plantas e a evaporação/condensação do vapor de água, assim como a condução térmica e armazenamento de calor na camada de solo.

De acordo com Dunnet e Kingsbury (*apud* Matheus *et al*, 2016), a vegetação atua melhorando a qualidade do ar, regulando o escoamento de água das chuvas e contribuindo para uma boa distribuição acústica do ambiente, proporcionando bem-estar psicológico ao homem, além de promover o retorno da biodiversidade nas áreas urbanizadas. Além de que, a vegetação funciona como uma barreira porosa que reduz a velocidade dos ventos, verificando-se como um atenuador de turbulências. Em termos de conforto acústico, as fachadas vegetadas demonstram eficácia com baixas frequências, indicando que o sistema não deve ser aplicado visando somente à resolução dessa natureza. Porém, ele pode submeter efeitos psicológicos positivos quando usado como uma tela visual entre a fonte de ruído e as pessoas que estão sendo afetadas, como os parques, restaurantes, praças e locais abertos.

Segundo Alexandri e Jones (*apud* Lima Júnior, 2014), outras importantes contribuições da parede vegetada estão na sua capacidade de purificador atmosférico, pois o sistema vegetado fixa os poluentes, captura o carbono, poeira, metais e outros gases que provocam o efeito estufa, tendo como consequência a redução das ilhas de calor.

A presença vegetal consegue gerar um microclima nos envoltórios das edificações, deixando o ambiente interno agradável para as pessoas, decorrente do acúmulo de oxigênio que impulsiona um resfriamento passivo à alvenaria rente a vegetação, além de controlar a umidade do ar em suas redondezas. Este efeito ocorre devido ao espaço deixado entre a parede e os módulos ou mantas fixadas a mesma. Segundo Lima Júnior (2014), a existência deste espaço é mais importante que o número de quantidade de vegetação fixada na alvenaria, pois, é nesta cavidade que o microclima é gerado devido às trocas de calor por convecção entre as superfícies da parede e da parte posterior dos painéis com o ar da cavidade, e por radiação entre as duas superfícies e por convecção entre o ar da cavidade.

A diminuição da amplitude térmica no interior do edifício está ligada ao espaço deixado entre as plantas e a parede – este espaço permite, então, a geração de um micro clima, por meio da evaporação e fotossíntese, produzindo uma camada de ar que atua como um isolante, impedindo a transferência de calor ou frio; desse modo, há um ganho de conforto e redução do consumo de energia com aquecimento ou refrigeração. Assim como Garrido (*apud* Scherer, 2014) afirma, uma vez que a forma de fixação da vegetação gera uma camada de ar entre a parede, essas vantagens são exclusivas ao verão e em locais de clima muito quente

Ainda segundo Dunnet e Kingsbury (*apud* Matheus *et al*, 2016), em consequência de maiores áreas verticais disponíveis nos edifícios dos grandes centros urbanos, a fachada vegetada mostra-se mais eficiente em relação ao telhado vivo. Além disso, desde que as espécies escolhidas sejam nativas, é possível resgatar a biodiversidade do local, formando um novo ecossistema.

Scherer (2014) afirma que a maior hesitação em implementar sistemas verticais com vegetação na área da construção civil e arquitetura está voltada principalmente aos custos iniciais envolvidos, pela necessidade de conhecimento técnico adequado, de manutenção extra, possibilidade de gerar patologias ou atrair fauna indesejada. Entretanto, para uma análise econômica, deve-se considerar no cálculo do custo/benefício aspectos que direta ou indiretamente afetam o ciclo de vida da edificação à longo prazo: menores custos de energia para climatização, aumento do valor estético e ecológico, possibilidade de valorização do imóvel ou de melhor condição de vida para os moradores.

3. Procedimentos metodológicos

A metodologia do estudo seguiu a orientação e a proposta de Marconi e Lakatos (2010), utilizando-se de pesquisa bibliográfica e técnica indutiva os quais trouxeram contribuições para as análises das alvenarias de vedação sustentáveis, barro cru e parede vegetada, onde a partir desses dados coletados ocorreram as apreciações acerca do comportamento desses materiais para a concepção do projeto escola DM na comunidade Rio do Meio I, Bayeux-PB.

Ocorreram mais análises em relação ao comportamento das alvenarias de vedação para construção do projeto escola DM, inicialmente de forma individual e seguida de análise em composição destas com outras alternativas de alvenarias sustentáveis.

Assim, a alvenaria de barro cru foi analisada com a inserção do bambu para a construção do muro, estilo taipa, a alvenaria vegetada fez composição com a alvenaria em *container*, e também na alvenaria de barro.

4. Resultados

O estudo dos dois sistemas de vedação – barro cru e vegetada – sucedeu em uma exposição das características sustentáveis de cada material aplicado durante as etapas construtivas. Durante a realização das pesquisas, o resultado mais evidente que os dados ambientais coletados demonstraram foi a capacidade de controle térmico de ambas as alvenarias, funcionando como ótimos estabilizadores da temperatura superficial da edificação e da temperatura interna.

As paredes vegetadas foram reconhecidas em função de suas atuações climáticas, onde possui participação ativa no controle da radiação solar, da umidade, da temperatura do ambiente, na despoluição do ar e nas ações de vento e chuva. A implementação da vegetação sobre o *container* possibilita o resfriamento passivo da estrutura, bloqueando a incidência solar direta além de preservá-la contra ações externas de deterioração, melhorando a qualidade do ambiente interno. A presença vegetal no muro de taipa em barro consegue gerar um microclima nos envoltórios das edificações, deixando o ambiente

interno agradável para as pessoas, decorrente do acúmulo de oxigênio que impulsiona um resfriamento passivo à alvenaria rente a vegetação, além de controlar a umidade do ar em suas redondezas. Para o projeto escola, empregou-se o plantio de trepadeiras (*Ipomoea purpurea*) na parede e teto, considerando as condições exigidas, a compra e custos de manutenção.

A aplicação da alvenaria de barro no projeto escola está interligado à ideia de extração reduzida de consumo de recursos naturais convencionais, caracterizando-o como um material ecológico. O barro por possuir potencial de inércia térmica, consegue reter o calor durante sua exposição aos raios solares, liberando-o de forma lenta ao ser submetido a temperaturas mais baixas e proporcionando um ambiente com sensação térmica amena, com estabilidade e conforto térmico constante na edificação, uma vez que o resfriamento noturno compensa o aumento da temperatura durante o dia. Todos esses fatores contribuíram para que o projeto escola tivesse resistência térmica elevada, consequentemente, diminuíram as alterações bruscas de temperatura.

As duas alvenarias foram agregadas ao projeto arquitetônico, de modo que os materiais se integrassem ao meio ambiente harmonicamente e que a construção pudesse atender às necessidades estruturais, econômicas e ambientais. Conforme evidenciado na Figura 1, o barro foi destinado para a construção dos muros, sendo utilizada a técnica de paredes de taipa. Já a parede vegetada, segundo o projeto, tem aplicação voltada ao container para melhorar seu desempenho, assim como na alvenaria de barro estilo taipa. A empregabilidade destas alvenarias na construção da Escola Profissionalizante em Sustentabilidade Divino Mestre proporcionou efeitos psicológicos positivos sobre a comunidade devido ao fato de que essas técnicas de construção estão diretamente relacionadas à aspectos estéticos.



Figura 1: Taipa com barro cru. Fonte: arquivo do projeto Escola Divino Mestre, 2017.

Quanto aos custos totais para a produção das duas alvenarias, o barro cru se sobressai se comparado à alvenaria vegetada, pois as técnicas para a aplicação deste material são simples, normalmente executadas de forma artesanal – mesmo as mais avançadas –, utilizando-se a terra do próprio local da obra, além de não necessitar de ferramentas complexas. Os sistemas necessários para o desenvolvimento das fachadas vegetadas apresentam, em sua maioria, custos iniciais elevados; contudo, pesquisas relacionadas a esse tipo de alvenaria ainda se encontram em fase inicial, permitindo que o sistema se apresente com total liberdade de inovação em sua aplicabilidade para se estabelecer em determinada região; dessa forma, há a possibilidade de se empregarem outros materiais que possam baratear seu custo de implementação.

5. Considerações Finais

O estudo sobre as duas alvenarias mais sustentáveis para o projeto gerou uma amplitude de conhecimento acerca do comportamento de tais sistemas, apoiadas nos três pilares da sustentabilidade: o ambiental, o econômico e social. Foi possível analisar os fatores positivos presentes em sua aplicação – desde a origem dos materiais utilizados até os custos envolvidos na manutenção e durabilidade destes sistemas, possibilitando a melhor escolha das formas de empregabilidade das alvenarias na construção.

As alvenarias foram avaliadas levando-se em consideração a necessidade da construção no que diz respeito ao controle de ganhos de calor, dispersão da energia térmica do interior da edificação, remoção da umidade em excesso e promoção do uso da iluminação natural, controle de ruído e identificação de menor custo total, como observado na Tabela 1.

Alvenaria	Comportamento					
	Controle dos ganhos de calor	Dispersão da energia térmica do interior da edificação	Remoção da umidade em excesso e promoção do movimentado ar	Promoção do uso de iluminação natural	Controle de ruído	Identificação de menor custo total
Barro Cru	X	X	X	X	X	X
Parede Vegetada	X	X	X	—	X*	X*

Legenda: X -> Atende aos critérios sem necessidade de auxílios.
X* -> Atende aos critérios com sistemas auxiliares e adaptações.
— -> Não atende aos critérios.

Tabela 1: Comportamento ambiental das alvenarias. Fonte: elaborado pelas autoras.

De acordo com a tabela, a parede vegetada atende a quase todos os quesitos, existindo dois que necessitam de adaptações em conjunto. Sendo assim, não pode ser implementada, visando somente o controle de ruídos, pois ela é considerada fraca em seu amortecimento. Dessa forma, necessita de uma combinação com outros elementos construtivos para reforçar essa barreira sonora. Assim como o seu custo, que requer certo investimento inicial dependendo dos modelos de envoltórias. Contudo, por ainda ser um sistema que está sofrendo pesquisas iniciais, possui total liberdade em inovar seu método de construção, podendo assim baratear o seu emprego utilizando, por exemplo, materiais recicláveis.

Mas atende com competência a dispersão de energia térmica e controle dos ganhos de calor ao ser empregada na estrutura metálica em *container*, presente no projeto escola, objetivando diminuir a incidência solar direta neste elemento construtivo e proporcionar um resfriamento passivo. Devido ao espaço proporcionado entre a vegetação e a alvenaria de barro, o acúmulo de oxigênio consegue gerar um microclima ao longo de todo envoltório da alvenaria externa, deixando o ambiente interno agradável para os ocupantes.

A alvenaria de vedação do muro do projeto escola foi definido o uso do barro cru através da técnica de taipa com adaptações. A madeira escolhida para a criação do entramado que dá suporte ao barro teve o bambu, além disso, a fim de melhorar a resistência da parede, foram incluídas tiras de pneus. Também, foram implementadas janelas de demolição doadas à Instituição Luz e Vida, o qual desenvolve o projeto escola em estudo, para promoção de iluminação e ventilação.

Destaca-se, portanto, que umas das maiores vantagens que podem ser encontradas nas alvenarias de vedação é a resistência térmica, capaz não só de definir valores de economia para refrigeração do ambiente interno como também para manter o conforto desse ambiente em equilíbrio. A partir de nossas observações e análise, concluímos que a parede vegetada consegue auxiliar na retenção de gás carbônico, no escoamento de águas pluviais, na despoluição do ar e na promoção do resgate da biodiversidade. A utilização do barro cru, por sua vez está associada à extração reduzida dos recursos naturais além de apresentar bom isolamento térmico, fazendo com que as trocas de calor não tenham alterações bruscas, mantendo o clima agradável e constante.

Do ponto de vista dos aspectos sociais, é possível dizer que os efeitos ornamentais das plantas têm impactos positivos sobre a saúde mental das pessoas, amenizando a ocorrência de doenças e acelerando o processo de recuperação da saúde; também pode melhorar a percepção de patologias de forma a reduzindo frequências cardíacas e pressão arterial, ajudando dessa forma no controle do estresse. Ambas alvenarias apresentam um conforto visual, devido à sua beleza, fator que nem sempre está presente nas alvenarias comuns, além de favorecer economia nos gastos com refrigeração e aquecimento do ambiente, já que aumentam a resistência térmica do edifício.

Referências

COIMBRA, J. M. **O mutirão no processo construtivo de casas de barro: vantagens e limitações.** Mix Sustentável, Florianópolis, v.3, n.4, p.47-61, nov. 2017.

LIMA JUNIOR, J. E. **Avaliação da influência de um sistema de fachada viva: o estudo de caso da planta *Sphagneticola Trilobata* em condições de inverno de Curitiba.** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2014.

MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia Científica.** 5ª. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MATHEUS, C.; CAETANO, F. D. N.; MORELLI, D. D. de O.; LABAKI, L. C. **Desempenho térmico de envoltórias vegetada em edificações no sudeste brasileiro.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 71-81, jan./mar. 2016.

MONTANARI, K. B.; LABAKI, L. C. **Comportamento térmico de ambientes internos sob a influência de envoltórias verdes.** PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, SP, v. 8, n. 3, p. 181-193, set. 2017. ISSN 1980-6809. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8650241>>. Acesso em: 07 Março 2018. doi:<http://dx.doi.org/10.20396/parc.v8i3.8650241>

PEREIRA D. A. M; PEREIRA M. S; OLIVEIRA R. S. S; MELO A. B; CAVALCANTE A. L. **Projeto de uma bioalvenaria de vedação a partir de terra crua.** Revista Saúde e Ciência Online, 2014.

RODRIGUES, F. A; FEIBER, S. D. **Arquitetura Viva: Sustentabilidade Com a técnica tradicional de taipa de pilão em construções contemporâneas.** Anais do Simpósio Sustentabilidade e Contemporaneidade nas Ciências Sociais – 2013 – ISSN 2318-0633.

SCHERER, M. J. **Cortinas Verdes na arquitetura: desempenho no controle solar e na eficiência energética de edificações.** 2014.

SOUZA, G. A. A; *et al.* **Arquitetura de Terra: Alternativa sustentável para os impactos ambientais causados pela construção civil.** e-xacta, Belo Horizonte, v. 8, n. 1, p. 1-13. (2015). Editora UNIBH. Disponível em: www.unibh.br/revistas/exacta/

XAXÁ, M. S. S. **Construção com terra crua: bloco mattone.** 2013. Disponível em: <<http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/270/TCC%20%20BCT/Mateus%20Soares%20da%20Silva%20Xax%C3%A1%20-%20Bloco%20Mattone.pdf>> Acesso em: 30 Maio 2017.