



ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE PROCESSO CONSTRUTIVO CONVENCIONAL E A TÉCNICA DE HIPERADOBE PARA MORADIAS POPULARES

José Vinícius Almiche Sillmann (UEMG-Passos) josesillmann@hotmail.com
Prof. MSc. Marielza Corrêa dos Reis (UEMG-Passos) marielza.reis@uemg.br

Resumo

A crescente no preço dos insumos, acarretada pela recente pandemia, causada pelo Coronavírus, representa a maior alta dos últimos anos no setor da construção civil, sendo assim, como forma de almejar melhores condições de vida e buscar formas de construções alternativas que reduzam os custos de uma obra, além de amenizar problemas que assolam a indústria da construção civil, como acúmulo de resíduos sólidos e propagação do CO₂. O presente trabalho tem por objetivo realizar uma análise comparativa entre o sistema de alvenaria de vedação convencional e outro executado em hiperadobe, para um projeto de uma construção padrão minha casa minha vida, com aproximadamente 90 m². Observou-se uma economia de 69,91% para a técnica de hiperadobe em relação a técnica convencional. Além da economia financeira, concluiu-se vantagens como conforto térmico e acústico, bem como a redução dos impactos ambientais, por outro lado, há uma perda de espaços devido a grossura das fiadas, e pouca disseminação da técnica pela inexistência de normas.

Palavras-Chaves: Bioconstrução. Sustentabilidade. Hiperadobe. Processo construtivo. Materiais naturais.

1. Introdução

A construção civil é um dos setores que mais cresce no Brasil, sendo assim, uma das atividades mais importantes para o desenvolvimento econômico e social do país. A pandemia que assola o planeta nesses últimos anos, influenciou os brasileiros a buscarem uma melhor qualidade de vida, dessa forma os dados pós pandemia indicaram um aumento nas compras de

imóveis, entretanto esses valores resultaram no acréscimo dos custos dos insumos de materiais de construção.

De acordo com Peduzzi (2021), houve um aumento de aproximadamente 20 % do preço dos insumos no setor da construção civil, sendo que alguns desses produtos subiram mais de 50% do valor original, o que representa elevada alta desde o período do plano real.

Dessa forma, a população mais impactada com a ascensão desses valores, evidentemente é o público que apresenta menor renda per capita, que na busca por melhores condições de moradia, encontram dificuldades para obtenção desses insumos.

Outro fator que assola a indústria da engenharia civil, está pautada no impacto ambiental causado pelo consumo de matérias primas, cuja fabricação utiliza muita energia e gera muito resíduos além do alto custo (NUNES, 2018). Destes insumos, destacam-se o aço, cimento, PVC e os blocos cerâmicos, que também representam os que houveram aumento de preço com o decorrer da pandemia. Diante desse impacto negativo ao meio ambiente e dessa alta crescente nos preços dos materiais, o setor busca cada vez mais, por soluções que viabilizem a relação desenvolvimento e sustentabilidade.

Nesse sentido, surge o conceito de Bioconstrução, uma metodologia construtiva preocupada com conceitos ecológicos, combinado com técnicas milenares e inovadoras, uso de materiais que não degradam o meio ambiente, e que apresentam maiores acessibilidade e menores custos, desde a fase de projeto até a fase de pós-ocupação (MELLO; VIEIRA, 2020).

Fazendo vistas a esse pressuposto, o presente trabalho tem por objetivo realizar uma análise comparativa da execução entre os sistemas construtivos de vedação convencional e as técnicas de hiperadobe, e verificar se o emprego dessa técnica é viável economicamente.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Permacultura

Em meados da década de 1970 foi inserida o conceito de permacultura, ou cultura de permanência, pelo ecologista australiano Bill Mollison. A princípio ele fazia referência a uma

base agrícola permanente, focado em um modelo sustentável de produção, não apenas de alimentos, mas também fibras, materiais para construção e combustível (SOARES, 2018).

Entretanto, Rosa *et al.* (2017), expõe que o conceito evoluiu, e hoje engloba todas as esferas da sociedade, abordando uma educação da cultura sustentável atrelada ao uso de tecnologia, bem-estar social, espaço construído, estudos econômicos, etc.

2.2. Bioconstrução

O termo Bioconstrução pode ser compreendido por sistemas que agreguem o meio ambiente às construções, em todas as etapas, tanto de produção, por meio da escolha da técnica e dos materiais, como também durante a fase de posse e ocupação, mediante o tratamento de resíduos e a eficiência energética da construção. Dessa forma, fica evidente que a conceituação de permacultura, abrange a ideia de bioconstrução.

Por sua vez, Atkinson e Oliveira (2018) acrescentam, nesse conceito, que os materiais biodegradados usados nesse tipo de construção são provenientes do próprio entorno da edificação, de forma a extraí-los de maneira consciente. Os autores ainda complementam que a técnica é acessível, não apenas devido aos materiais que são disponibilizados pelo meio, mas também pelo fato da autoconstrução, que não necessita uma mão de obra especializada para sua execução, podendo assim ser executada pelos próprios moradores.

Dentre as técnicas referentes ao tema, temos como exemplos, o superadobe, o hiperadobe, o adobe, o pau-a-pique, a taipa de pilão, os fardos de palha e as paredes de COB, que utilizam materiais que não são, ou serão danosas ao ecossistema em que se localiza, tais como: barro, palha, bambu, alicerces feitos de pedras, madeiras reflorestadas, etc.

2.3. Aplicação da técnica hiperadobe x alvenaria convencional

A análise comparativa do presente trabalho, é referente aos materiais usados na alvenaria de vedação convencional com bloco cerâmico de 8 furos, e o sistema bioconstrutivo de hiperadobe. Dessa forma, não se levou em consideração os materiais usados nas estruturas.

2.3.1. Técnica de Hiperadobe em alvenaria de vedação

A alvenaria de vedação analisada no presente trabalho faz uso da técnica de terra ensacada, é denominada hiperadobe, não levou em consideração os materiais usados nos elementos estruturais.

Para dar início a etapa de construção da alvenaria de vedação com base nas técnicas de terra ensacada, a fundação já deve estar concluída, importante ressaltar que ela deve ser elevada aproximadamente 30 centímetros, para evitar o contato da estrutura com o solo (AZEVEDO; DUARTE, 2018) (VIEIRA, 2015).

A seguir, devem ser cortados as sacarias, com o tamanho da parede a ser construída acrescida de aproximadamente 50 centímetros. A massa ideal que irá preencher as sacarias é composta por 70% areia, 30% argila e água.

Em cima do elemento estrutural dobra-se uma ponta do saco com aproximadamente 25 cm. Com auxílio de um cone, a massa é despejada dentro das sacarias de forma a preencher os espaços e moldar as paredes conforme o projeto, ao final da sacaria dobra-se a outra ponta de modo a fechar a estrutura, os autores exprimem também que podem ser feitos o uso de um cavalete junto do cone para facilitar a execução, conforme a Figura 1 (AZEVEDO; DUARTE, 2018).

Figura 1 – Execução hiperadobe



Fonte: O Autor (2020)

Segundo Azevedo e Duarte (2018), quando se obtêm três camadas empilhadas, há a necessidade de prensar verticalmente as camadas uma a uma. Com o auxílio de um pilão

vertical, um soquete ou uma marreta de borracha deve-se prensar a lateral das camadas, de forma a obter uma parede contínua. O ponto de prensa é atingido quando o impacto emite um som metálico agudo, repetir os procedimentos até atingir a altura estipulada.

Figura 2 – Pilão vertical



Fonte: O Autor (2020)

As aberturas de portas e janelas, no sistema hiperadobe, vão sendo delimitadas à medida que as paredes vão sendo construídas, com a colocação de guias que podem ser provisórias ou definitivas. A espessura da parede junto com o reboco fica de 30 cm a 40 cm, isso deixa uma inércia térmica muito grande que permite manter a constância da sua temperatura interna (TELLI; LIBRELOTTO, 2013).

O reboco pode ser composto de solo-cimento, ou uma massa que contém restos de cupinzeiros, palha, água, os elementos devem ser agregados de modo a obter uma massa plástica, a composição da estrutura criada pelos cupins, atua como um impermeabilizante contra as intempéries que podem danificar a parede e enrijece a massa do reboco quando seca. Sua composição mais usual é 25% de argila, 25% de silte, 40% de areia média e 10% de cal (AZEVEDO; DUARTE, 2018) (VIEIRA, 2015).

Figura 3 – Acabamento de reboco no hiperadobe



Fonte: O Autor (2020)

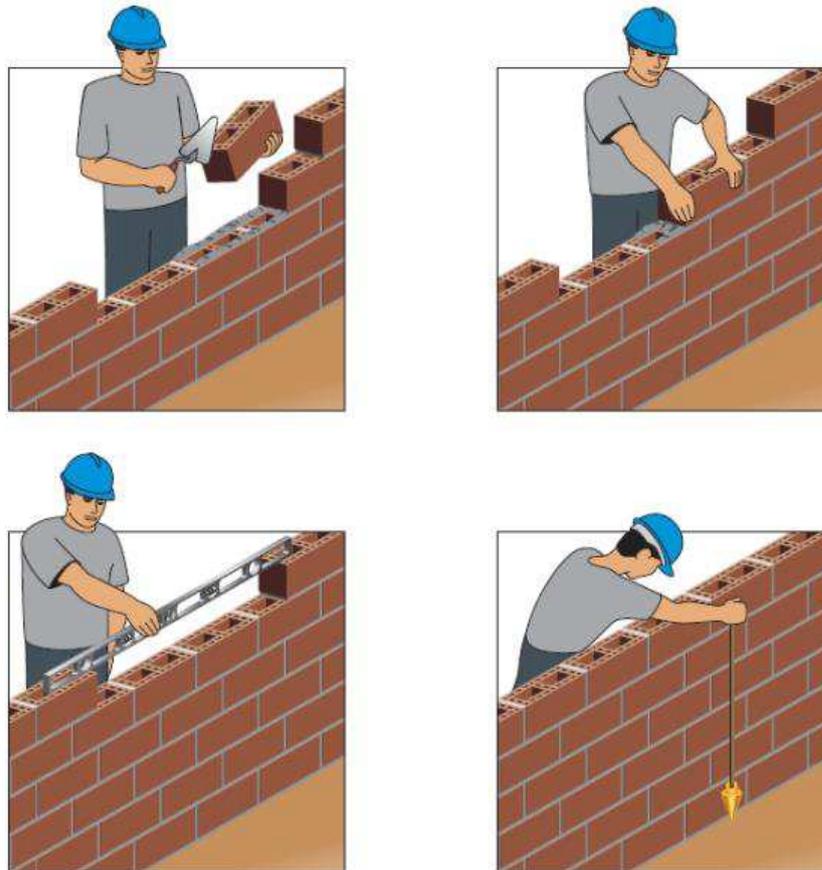
3.4.2. Técnica Convencional em alvenaria de vedação

A alvenaria de vedação tem por função preencher os espaços entre as vigas e os pilares, além de separar os ambientes, dessa forma ela não atua como estrutura (GOMES *et al.*, 2018).

A execução inicia-se com o assentamento dos tijolos pelas extremidades dos vãos, os que fazem união com os pilares. Acomodados de modo a formar uma escada, devem estar dispostos de maneira nivelada, e as camadas superiores devem estar no mesmo prumo que a camada inicial, para garantir o alinhamento entre elas (SUDECAP, 2019).

Dessa forma, uma linha é amarrada nos tijolos das extremidades de cada fiada, que servirão como guias para o trabalhador encarregado de assentar os blocos, em seguida a massa de assentamento, composta normalmente por água, areia e cimento, podendo-se adicionar componentes para melhorar as propriedades físicas e mecânicas da massa, que é sobreposta na superfície da camada já assentada, de forma que ao pressionar o bloco, a massa se espalhe por toda a superfície do tijolo.

Figura 4– Verificação do prumo da alvenaria



Fonte: SUDECAP (2019)

Os blocos então são posicionados seguindo a linha guia, de modo a forma as fiadas, que são sobrepostas uma sobre a outra, até atingir a altura da base da viga, atenta-se para o uso dos equipamentos que garantirão uma superfície contínua e esquadrada, tais como régua, nível de bolha, prumo e esquadro, (SUDECAP, 2019), conforme a Figura 16.

3. Metodologia

O presente trabalho, está pautado na área da engenharia civil, com a temática voltada para as residências construídas através do uso de técnicas bioconstrutivas, tendo foco na não degradação do meio ambiente. Para realização do mesmo, foi realizado o levantamento bibliográfico exploratório de documentos científicos nas plataformas Scielo, Google Acadêmico, Capes e repositórios das principais universidades nacionais, além de normas e livros referentes as técnicas bioconstrutivas, quais os materiais empregados e seu modo de execução, apresentando as vantagens de seu uso e seus impactos ao meio ambiente.

Na segunda fase, realizou o projeto arquitetônico de uma residência protótipo de um pavimento térreo, nos padrões do plano “Minha Cada Minha Vida” com aproximadamente 90,00 m² (metros quadrados) de construção por meio dos softwares AutoCad e Revit, contendo todas as plantas, cortes e fachadas necessários. O protótipo foi realizado a fim de realizar o quantitativo de insumos para execução da alvenaria de vedação. O projeto arquitetônico proposto trata-se de uma residência de moradia popular conforme plantas apresentadas nas Figuras 25, 26 e 27.

Na terceira fase, definiu-se o quantitativo de insumos empregados na execução da alvenaria de vedação de uma residência de moradia popular considerando os sistemas construtivos, sendo o primeiro baseado nas técnicas de alvenaria convencional e o segundo nas técnicas bioconstrutivas.

Para levantamento dos quantitativos foram elaboradas duas tabelas diferentes, onde cada qual é referente ao seu sistema construtivo. Na alvenaria convencional, utilizando bloco cerâmico, foi adotado o bloco com doze furos e dimensões nominais de 19cm x 14cm x 29cm, a escolha se deu devido a sua vasta utilização no mercado da construção civil, e por ser um produto normatizado.

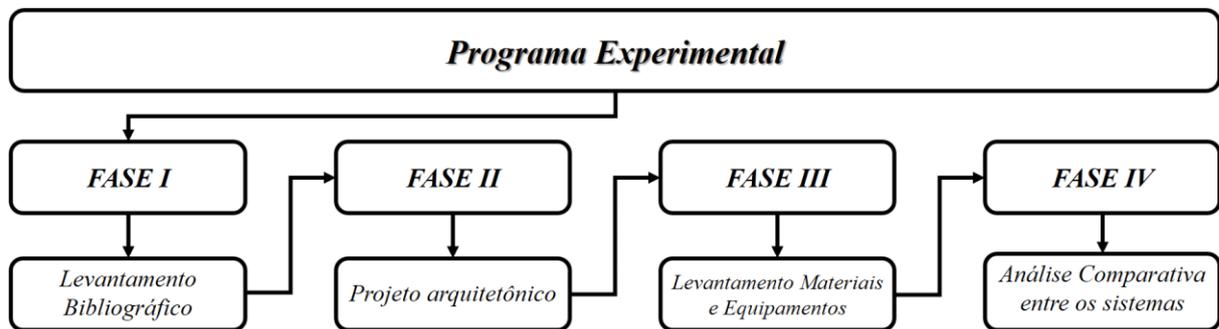
Na alvenaria utilizando a técnica bioconstrutiva de hiperadobe, utilizando sacos raschel preenchidos com terra argilosa e compactação manual. O reboco natural, constituído de cal, cimento e terra, foi empregado como alternativa ao uso do reboco convencional de cimento, foi adotado uma espessura final de 40 cm de alvenaria de vedação. Em ambos os sistemas, o pé direito adotado na edificação foi de 3,00 m.

Para consolidar a etapa, foram utilizados os índices de composição da planilha Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) e o valor médio obtido através de uma amostra de cinco diferentes fornecedores regionais para o cálculo dos custos.

Ao definir o levantamento de materiais e custos empregados em cada sistema, procedemos na quarta fase com a elaboração de um estudo comparativo da viabilidade técnica e econômica, apontando as vantagens e desvantagens de cada sistema construtivo para uma residência de moradia popular.

A Figura 5 apresenta as fases da metodologia.

Figura 1 – Fluxograma programa experimental



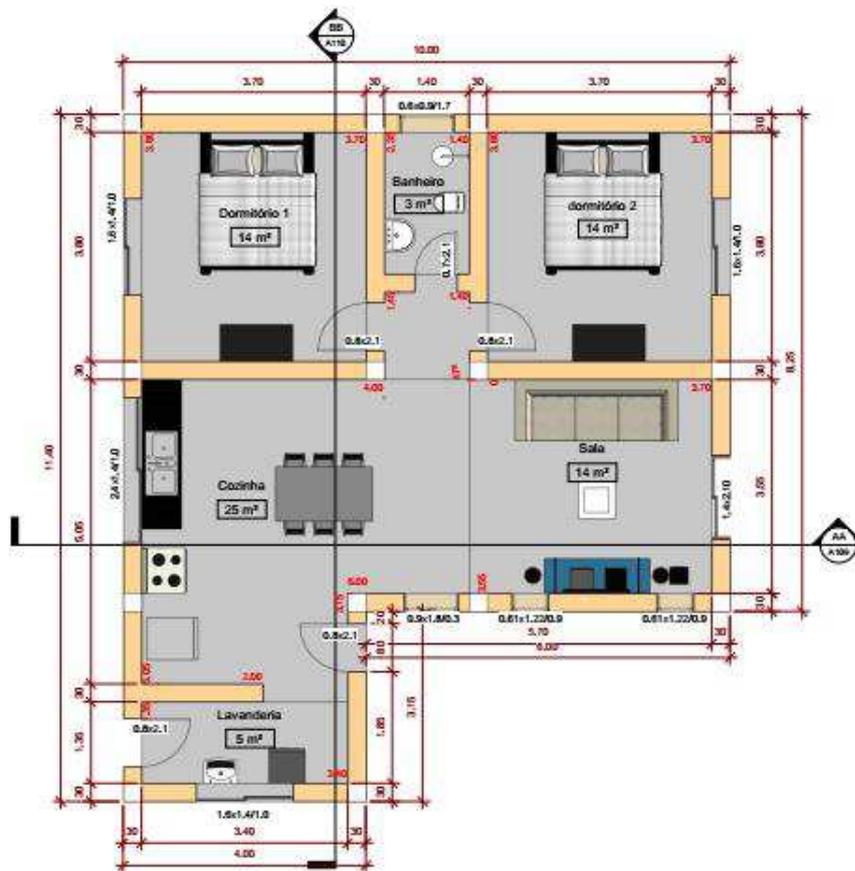
Fonte: O Autor (2021)

4. Resultados e discussões

Na fase de revisão bibliográfica e documental verificou-se que através das técnicas construtivas de bioconstrução, bioarquitetura é possível reduzir os impactos gerados pela má utilização de recursos naturais.

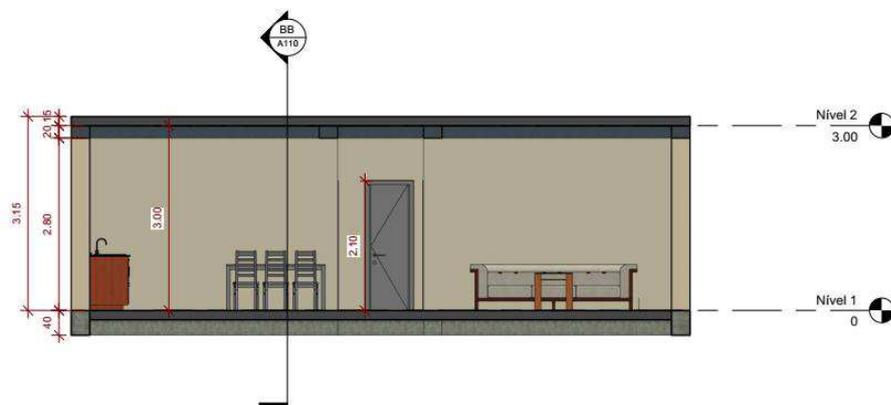
A partir do projeto, (Figuras 6, 7 e 8) foi possível quantificar o tamanho dos vãos para as esquadrias, assim como a metragem quadrada das paredes, subtraindo a área total dos vãos das esquadrias da área total da alvenaria necessário para a execução das paredes conforme as Tabelas 1.

Figura 6 – Planta baixa residencial



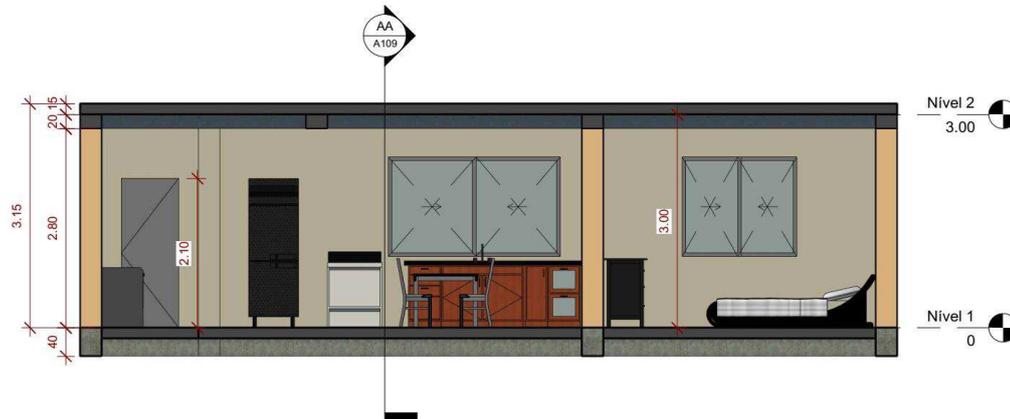
Fonte: O Autor (2021)

Figura 72 – Corte AA da residência protótipo



Fonte: O Autor (2021)

Figura 8 – Corte BB da residência protótipo.



Fonte: O Autor (2021)

Tabela 1 – Quantitativo real área de alvenaria de vedação

ÁREA REAL DAS ALVENARIAS	
Área das Alvenarias	161,56
Área das Esquadrias	24,81
TOTAL (m²)	136,75

Fonte: O Autor (2021)

Foram calculados orçamentos para cada fase da alvenaria convencional com blocos cerâmicos, utilizando os dados da planilha SINAPI do mês de janeiro de 2021, considerando os valores do estado de Minas Gerais. Na Figura 9 encontra-se a composição analítica da alvenaria de vedação para uma residência de 90,00 m², levando em conta a mão de obra com encargos sociais desonerados.



Figura 9 – Custo de composição analítico para alvenaria de vedação da tabela SINAPI

SINAPI - SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL 1 2 de 3600

PCI.818.01 - CUSTOS DE COMPOSIÇÕES ANALÍTICO DATA DE EMISSÃO:19/01/2021 00:19:54

ENCARGOS SOCIAIS DESONERADOS: 85,55%(HORA) 49,63%(MÊS) DATA REFERENCIA TECNICA: 16/01/2021

ABRANGENCIA: NACIONAL

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE/ORIG.	COEFICIENTE	PREÇO UNIT.	CUSTO TOTAL
87502	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 14X9X19C M2	M2			
	M (ESPESURA 14CM, BLOCO DEITADO) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MENOR QUE 6M				
	* SEM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014				
I	7267 BLOCO CERÂMICO VAZADO PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO, 6 FUROS, DE 9 X 14 X 19 C UN	CR	55,8500000	0,58	32,39
	M (L X A X C)				
I	34547 TELA DE AÇO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = *1,20 A 1 M	CR	1,5100000	5,42	8,18
	,70* MM, MALHA 15 X 15 MM, (C X L) *50 X 12* CM				
I	37395 PINO DE AÇO COM FURO, HASTE = 27 MM (AÇAO DIRETA)	CENTO	0,0363000	42,82	1,55
C	87369 ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA M3	CR	0,0135000	438,68	5,92
	EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MANUAL.				
	AF_08/2019				
C	88309 PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H C	2,9980000	18,93	56,75
	VÍNCULO : CAIXA REFERENCIAL				
C	88316 SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H C	1,4990000	13,63	20,43
	MATERIAL :	64,18	51,2472018 %		
	MAO DE OBRA :	61,04	48,7527982 %		
	TOTAL COMPOSIÇÃO :	125,22	100,0000000 % - ORIGEM DE PREÇO: CR		

Fonte: SINAPI (2021)

No chapisco considerou a execução de 2 (duas) demãos, com argamassa de cimento e areia lavada (granulometria média ou grossa) no traço volumétrico 1:3, com espessura média de 5mm. A argamassa deve ser lançada energeticamente sobre a superfície a ser chapiscada. O chapisco foi considerado em todas as paredes externas e internas da residência. Tais lugares são previamente molhados, de forma a evitar a absorção da água necessária à cura da argamassa. Na Figura 10 encontra-se a composição analítica de chapisco para alvenaria de vedação.

Figura 3 – Custo de composição analítico para chapisco em alvenaria da tabela SINAPI

SINAPI - SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL 1

PCI.818.01 - CUSTOS DE COMPOSIÇÕES ANALÍTICO DATA DE EMISSÃO:19/01/2021 00:19:54

ENCARGOS SOCIAIS DESONERADOS: 85,55%(HORA) 49,63%(MÊS) DATA REFERENCIA TECNICA: 16/01/2021

ABRANGENCIA: NACIONAL

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE/ORIG.	COEFICIENTE	PREÇO UNIT.	CUSTO TOTAL
87898	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA (SEM PRESENÇA DE VÃOS) E ESTRUTURAS DE CONC M2	M2			
	RETO DE FACHADA, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO				
	MANUAL. AF_06/2014				
C	87377 ARGAMASSA TRAÇO 1:3 (EM VOLUME DE CIMENTO E AREIA GROSSA ÚMIDA) PARA CHAPI M3	CR	0,0042000	437,95	1,83
	SCO CONVENCIONAL, PREPARO MANUAL. AF_08/2019				
C	88309 PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H C	0,1240000	18,93	2,34
C	88316 SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H C	0,0620000	13,63	0,84
	MATERIAL :	2,05	41,0677618 %		
	MAO DE OBRA :	2,96	58,9322382 %		
	TOTAL COMPOSIÇÃO :	5,01	100,0000000 % - ORIGEM DE PREÇO: CR		

Fonte: SINAPI (2021)

O reboco, inicia-se após o término do chapisco, executado nas mesmas paredes, considerou argamassa de cimento arenoso no traço 1:6, atingindo espessura final de 1,5 cm e a sua aplicação é feita sobre a superfície chapiscada previamente umedecida.



São utilizadas balizas nas superfícies rebocadas, visando manter a espessura uniforme e o prumo perfeito. O reboco das paredes internas do banheiro, cozinha e junto ao tanque de lavar será impermeável, do tipo barra lisa, que consiste no mesmo processo descrito acima, sendo que sobre a superfície lança-se o cimento (pó) no momento em que se obtém o alisamento com a desempenadeira. Na Figura 11 encontra-se a composição analítica do emboço para alvenaria de vedação.

Figura 4 – Custo de composição analítico para emboço em alvenaria da tabela SINAPI

SINAPI - SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL 1

PCI.818.01 - CUSTOS DE COMPOSIÇÕES ANALÍTICO DATA DE EMISSÃO: 19/01/2021 00:19:54
 ENCARGOS SOCIAIS DESONERADOS: 86,55%(HORA) 49,63%(MÉS) DATA REFERENCIA TECNICA: 16/01/2021
 ABRANGENCIA: NACIONAL

CODIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	ORIG.	COEFICIENTE	PREÇO UNIT.	CUSTO TOTAL
87283	ARGAMASSA TRAÇO 1:6 (EM VOLUME DE CIMENTO E AREIA MÉDIA ÚMIDA) COM ADIÇÃO DE PLASTIFICANTE PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF 08/2019	M3				
I	370 AREIA MÉDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE) M3	M3	C	1,2700000	63,34	80,44
I	1379 CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP 11-32	KG	CR	281,5300000	0,54	152,02
I	43617 ADITIVO PLASTIFICANTE E ESTABILIZADOR PARA ARGAMASSAS DE ASSENTAMENTO E REBOCO, LÍQUIDO E ISENTO DE CLORETO	L	CR	0,0630000	4,52	0,28
C	88377 OPERADOR DE BETONEIRA ESTACIONÁRIA/MISTURADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	CR	4,3300000	16,36	70,83
C	88830 BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV, SEM CARREGADOR - CHP DIURNO. AF 10/2014	CHP	CR	3,3320000	1,67	5,56
C	88831 BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV, SEM CARREGADOR - CHI DIURNO. AF 10/2014	CHI	C	1,0100000	0,25	0,25
	EQUIPAMENTO	:		1,80	0,5819028 %	
	MATERIAL	:		246,05	79,5267192 %	
	MAO DE OBRA	:		57,54	18,6014935 %	
	OUTROS	:		3,99	1,2898845 %	
	TOTAL COMPOSIÇÃO	:		309,38	100,0000000 %	

- ORIGEM DE PREÇO: CR

Fonte: SINAPI (2021)

Depois da orçamentação de todas as fases individuais do projeto residencial com 90,00 m², temos o valor de aproximadamente R\$ 19.100,00 (reais), conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Custo Total alvenaria convencional

Composição	Valor (R\$)	Área (m ²)	Subtotal (R\$)
Alvenaria	125,22/m ²	136,75	17.123,84
Chapisco	5,01/m ²	136,75	685,12
Reboco/Emboço esp. 1,5cm	309,38/m ³	4,10	1.268,46
TOTAL (R\$)			19077,42

Fonte: O Autor (2021)

4.1. Hiperadobe com solo comparado

Com a utilização da técnica do hiperadobe a metragem interna do projeto de construção da residência não teve alterações, já na parte externa, houve um aumento na sua espessura das paredes devido ao uso da técnica.

Nos cálculos para se obter o orçamento foi considerado o projeto de alvenaria comum com sacos de raschel e solo comprado, onde são usados os mesmos acabamentos e produtos, com a finalidade de que a comparação fosse exclusiva a substituição da técnica normalmente usada pela técnica do hiperadobe.

No cálculo referente a quantidade de sacos de rachel e de solo para execução da alvenaria considerou o perímetro de 48,84 m e a área de alvenaria de 136,75 m² obtida na Tabela 5. Adotou-se ainda fiadas de hiperadobe com dimensões de 13 cm de altura por 35 cm de largura, obtendo aproximadamente 22 fiadas. Assim o consumo de solo em volume é dado pela Equação 1, e o consumo linear de sacos de rachel pela Equação 2.

$$C_{\text{solo}} = L_{\text{alv}} \times A_{\text{alv}} \quad C_{\text{solo}} = 0,35 \times 136,75 \quad C_{\text{solo}} = 47,86\text{m}^3 \quad (1)$$

$$C_{\text{sacos}} = P_{\text{alv}} \times N^{\circ}_{\text{fiadas}} \quad C_{\text{sacos}} = 48,84 \times 22 \quad C_{\text{sacos}} = 1.074,48\text{m} \quad (2)$$

Como os insumos para execução da técnica de hiperadobe não são listados na planilha SINAPI, foi realizado o orçamento em 5 (cinco) empresas diferentes para obter um valor amostral conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 1 – Valor amostral dos insumos

VALOR MÉDIO DOS INSUMOS						
	Empresa A	Empresa B	Empresa C	Empresa D	Empresa E	Valor Médio 5m ³ (R\$)
Terra (argila+silte) (5m³)	R\$ 70,00	R\$ 70,00	R\$ 110,00	R\$ 80,00	R\$ 70,00	R\$ 80,00
Sacos de Rachel (1.000,00m)	R\$ 1.430,00	R\$ 1.540,00	R\$ 1.765,26	R\$ 1.270,00	R\$ 2.200,00	R\$ 1.641,05

Fonte: O Autor (2021)

Nas embalagens de sacos de raschel foram necessários a compra de 47,86 m³ de solo, esse valor é levado em conta um volume médio de 10% a mais devido a perda do seu volume

decorrente da compactação e do adensamento, isso tudo podendo variar conforme o solo do local. Para essa técnica se utiliza um traço de solo arenoso umedecido para o enchimento do saco de rachel, adensamento e sua compactação. É importante peneirar o solo para que a terra fique sem impurezas, fragmentos, galhos e pedregulhos; mas caso a terra esteja limpa, não há a necessidade da peneira.

Nessa técnica, o raschel é um plástico que permite maior atrito entre as partes, dessa forma não necessita do arame farpado para amarração e exerce a função de “chapisco” para o reboco.

Para efeito de cálculo, como não existem normas quanto ao assunto, os insumos de mão de obra, não foram adotados valores, dessa forma foi considerado uma mão de obra como trabalho voluntário.

Tabela 4 – Custo total de alvenaria de vedação – hiperadobe

Item	Descrição	Qtde	Unid	Custo Un	C.Total
Alvenaria	Terra (argila+silte)	14,36	m ³	16	229,76
	Areia média	37,52	m ³	80,44	3018,11
	Sacos de rachel	1.074,48	m	1,64	1762,15
Reboco	Terra (argila+silte)	6,84	m ³	16	109,44
	Areia média	6,13	m ³	80,44	493,10
	Cal hidratada	1,38	m ³	92,02	126,99
CUSTO TOTAL (R\$)					5739,55

Fonte: O Autor (2021)

Com a técnica do hiperadobe utilizando o solo comprado, a soma dos orçamentos para alvenaria de vedação apresentados na tabela acima, resultou no valor de de R\$5739,55, como mostrado na Tabela 4.

4.2. Comparação entre os dois casos

Uma das vantagens do hiperadobe, quando comparado com a alvenaria convencional, é que esse método apresenta um maior conforto térmico e acústico, devido a grossura de suas paredes e por conta dos materiais que são utilizados, entre tanto, a grossura de suas paredes também apresenta desvantagens, isso ocorre devido a perda de espaço acarretado por ela.



Nos resultados dos orçamentos apresentados para a construção de uma residência de 90,00m², verificou-se uma economia de gastos com a utilização da técnica do hiperadobe, de 69,91%, que equivale a R\$13.337,87 reais quando comparada com a alvenaria de blocos cerâmicos, vale salientar que não foi considerado o custo referente a mão de obra, item opcional na execução da técnica de hiperadobe, e que a terra utilizada para execução das paredes foi adquirida financeiramente e não retirada do local.

O principal elemento que contribui para essa economia mostrada acima, foram através das substituições dos blocos cerâmicos pela terra comprada para serem utilizadas na técnica do superadobe. Outro fator preponderante na escolha é a questão autossustentável e autoconstrução da técnica e a interação com o meio ambiente, além da menor exploração de recursos naturais.

5. Conclusão

Diante do trabalho apresentado, compreende-se que podemos sair dos meios de construção tradicionais, dando visibilidade a insumos mais baratos e eficientes quando usados de maneira correta, diminuindo os impactos ambientais e dando acessibilidade para a população, priorizando moradias de qualidade, baixo custo e sustentáveis, juntamente com a união das comunidades e o trabalho em equipe.

Nos dias atuais, a técnica do hiperadobe enfrenta dificuldades para que haja sua implantação, devido à falta de conhecimento e divulgação das construções com solo, em específico com relação ao método, que não tem uma normatização brasileira própria e poucas referências científicas e técnicas, gerando algumas dificuldades em relação à construção civil.

REFERÊNCIAS

ATKINSON, L. G.; OLIVEIRA, T. D. A sustentabilidade do espaço construído através da bioconstrução. **PARQ - Painele de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo. Arquitetura e Urbanismo** - Universidade do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – INIJUÍ, v. 01, n.01, 2018.

AZEVEDO, B.; DUARTE, F. Teto Vivo: Manual Volume Avançado. **Ebook**. 2019.

BARROS, V. A.; PADILHA, N. S. Construção sustentável e o meio ambiente de trabalho. **Revista do Direito do Trabalho e Meio Ambiente do Trabalho**. Curitiba, v. 2, n. 2, p. 58 – 78, 2016.



GOMES, J. H. D.; NETO, A. F. B.; SALOMÃO, P. E. A.; SANTIAGO, A. N. O. Análise comparativa do sistema construtivo de alvenaria convencional e sistema construtivo de alvenaria estrutural em uma casa térrea em Teófilo Otoni. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, UNIPAC, p.128-144, 2018.

MELLO, J. L.; VIEIRA, L.M. Uma comparação entre bioconstrução e construção tradicional: análise de viabilidade técnica, econômica e ambiental. **Mix Sustentável**, Florianópolis, v.6, n.1, p.163-164, 2020.

NUNES, M. F. Análise da contribuição das certificações ambientais aos desafios da Agenda 2030. **Revista Internacional de Ciências**, v.08, n.01, p.27-46, jan-jun, 2018.

PEDUZZI, Pedro. Aumento no preço de insumos para a construção civil preocupa o setor. CNN Brasil. 22 de fevereiro, 2021. Disponível em: < <https://www.cnnbrasil.com.br/business/2021/02/22/aumento-no-preco-de-insumos-para-construcao-civil-preocupa-o-setor> >. Acesso: 07/05/2021.

ROSA, A. C.; GRANDI, S. S. ; FARIAS, M. G. R. ; MADRUGA, L. R. R. G. ; ALCANTARA, M. ; BENTO, M. H. S. . Projeto espaço rural sustentável: aliando permacultura, educação ambiental escolar e gestão sustentável da pequena propriedade rural. **In: 6º Fórum Internacional Ecoinnovar - 2017**, SANTA MARIA/RS. Anais 6º Fórum Internacional Ecoinnovar, 2017.

SOARES, E. S. **Tecnologia e Ambiente na Permacultura: perspectivando a crise sócio-ambiental**.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas-SP, 195 f., 2018

VIEIRA, A. **Bioconstrução: Uma revisão bibliográfica do tema e uma análise descritiva das principais técnicas**. Trabalho de conclusão de curso, Faculdade UnB de Planaltina – Universidade de Brasília, Planaltina-DF, 47f. 2015.