



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA ZONA SUL
CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

ERICK ERLLEN ALVES DE SOUSA SILVA

AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA E VIABILIDADE ECONÔMICA NA
CONSTRUÇÃO COM TIJOLO SOLO-CIMENTO E CERÂMICO

TERESINA

2024

ERICK ERLLEN ALVES DE SOUSA SILVA

AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA E VIABILIDADE ECONÔMICA NA
CONSTRUÇÃO COM TIJOLO SOLO-CIMENTO E CERÂMICO

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção do
diploma do Curso de Bacharelado de Engenharia Civil do
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Piauí, Campus Teresina Zona Sul.

Orientador: Prof. Dr. Mauro César de Brito Sousa.

TERESINA

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Silva , Erick Erllen Alves de Sousa

S586a Avaliação do ciclo de vida e viabilidade econômica na construção com tijolo solo-cimento e cerâmico / Erick Erllen Alves de Sousa Silva. - 2024.
46 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Zona Sul, 2024.

Orientador : Prof. Dr. Mauro César de Brito Sousa

1. Engenharia civil. 2. Tijolo solo-cimento. 3. Construção sustentável. 4. ACV.
I. Título.

CDD - 624

Elaborado por Isabel dos Santos Lima CRB 3/1060

ERICK ERLLEN ALVES DE SOUSA SILVA

AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA E VIABILIDADE ECONÔMICA NA
CONSTRUÇÃO COM TIJOLO SOLO-CIMENTO E CERÂMICO

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção do
diploma do Curso de Bacharelado de Engenharia Civil do
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Piauí, Campus Teresina Zona Sul.

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Mauro César Brito Sousa (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dr. Ailton Soares Freire
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dr. Helder Pontes Gomes
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Aos pais, amigos e professores.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de expressar minha profunda gratidão minha namorada, Diovanna, por seu amor, paciência e apoio incondicional ao longo desta jornada. Sua presença constante e encorajamento foram fundamentais para a conclusão deste trabalho.

Aos meus pais, Erick e Gelce, agradeço por todo o suporte emocional, financeiro e por acreditarem em mim desde o início. Vocês sempre foram minha fonte de inspiração e motivação, e sem vocês, nada disso seria possível

Ao meu professor orientador, Mauro, sou imensamente grato pela orientação, paciência e sabedoria compartilhada durante todo o processo. Suas valiosas contribuições e feedbacks foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste projeto, meu sincero muito obrigado.

Estou acordando em cinzas e pó,
limpo minha testa e transpiro minha ferrugem,
estou respirando as substâncias químicas.

Imagine Dragons

RESUMO

A construção civil como uma grande incorporadora de diversos tipos de matérias e tecnologias da construção, apresenta a necessidade de propor novos métodos construtivos que reduzam os impactos ambientais gerados pelas obras. Com isso, essa pesquisa tem como objetivo comparar os aspectos de sustentabilidade econômica e ambiental da alvenaria com tijolo solo-cimento com tijolo cerâmico, listando as vantagens e desvantagens da utilização desses tijolos na obra. A metodologia desse estudo baseia-se em uma ACV (Avaliação do Ciclo de vida) da emissão de carbono “Gradle-to-Gate” (do berço ao portão) de ambos os tijolos e a elaboração de um orçamento para evidenciar a viabilidade econômica do tijolo solo-cimento em um projeto de uma residência unifamiliar.

Palavras-chave: Tijolo Solo-Cimento; Construção Sustentável; ACV.

ABSTRACT

The construction industry, as a major field for several types of materials and construction technologies, has the need to propose new construction methods which reduce the environmental impacts generated by construction works. Therefore, this research intends to compare the economic and environmental sustainability aspects of masonry using soil-cement bricks with ceramic bricks, listing the advantages and disadvantages of using these bricks in construction. The methodology of this study is based on a Life Cycle Assessment (LCA) of the “Cradle-to-Gate” carbon emissions of both types of bricks and the composition of a budget to demonstrate the economic feasibility of soil-cement bricks in a single-family residential project.

Keywords: Solo Cement Brick; Sustainable Construction; LCA.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura da avaliação do ciclo de vida	17
Figura 2 - Alvenaria cerâmica	18
Figura 3 - Representativo da composição do solo	19
Figura 4 – Esquema de elementos parede de alvenaria cerâmica.....	22
Figura 5 – Corte dos elementos da parede de alvenaria cerâmica.....	22
Figura 6 - Dimensões do tijolo ecológico.....	23
Figura 7 - Parede de alvenaria de tijolo ecológico	23
Figura 8 - Comparativo de emissões por alvenaria	24
Figura 9 - Resumo das emissões de cimento e cal	24
Figura 10 - Resumo dos custos das alvenarias	25
Figura 11 - Custo por etapa de cada alvenaria.....	26

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Fator de emissão de cada insumo.....	15
Quadro 2 - Fator de emissão dos modais de transporte.....	15
Quadro 3 - Distâncias de transporte dos insumos.....	16
Quadro 4 - Traço para argamassas da alvenaria	17
Quadro 5 - Quantitativo de material para alvenaria cerâmica	17
Quadro 6 - Emissões tijolo cerâmico.....	17
Quadro 7 - Emissões cimento portland.....	18
Quadro 8 - Emissões cal hidratada	18
Quadro 9 - Emissões extração de areia.....	19
Quadro 10 - Emissões da alvenaria cerâmica.....	19
Quadro 11 - Quantitativo de material para tijolo solo-cimento	19
Quadro 12 - Emissões do tijolo solo-cimento	20
Quadro 13 - Emissões da argamassa polimérica	20
Quadro 14 - Emissões do rejunte.....	20
Quadro 15 - Emissões alvenaria tijolo solo-cimento.....	21
Quadro 16 - Quantitativo de alvenaria cerâmica	22
Quadro 17 - Resumo do orçamento da alvenaria cerâmica	22
Quadro 18 - Quantitativo de alvenaria de tijolo solo-cimento	23
Quadro 19 - Resumo do orçamento da alvenaria de tijolo solo-cimento	23

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFPI	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	14
1.2 OBJETIVOS	15
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA (ACV)	15
2.2 ALVENARIA CERÂMICA.....	17
2.3 ALVENARIA DE TIJOLO SOLO-CIMENTO	18
3. METODOLOGIA	20
3.1 AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA (ACV)	20
3.2 COMPARAÇÃO ORÇAMENTARIA	23
4. RESULTADOS	15
4.1 AVALIAÇÃO DE IMPACTO DO CICLO DE VIDA (AICV).....	15
4.2 ORÇAMENTO	21
5. DISCURSÃO	23
6. CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS	28
ANEXO A – ORÇAMENTOS E COMPOSIÇÕES	30

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A construção civil movimentada a cadeia de produção de vários setores da economia, com a grande demanda por matérias-primas e produtos, causando um grande impacto negativo ao meio ambiente, com sistemas construtivos que utilizam insumos de alto consumo de energia em seu ciclo de vida, desde a sua extração na fonte, até o seu descarte. De acordo com Costa (2012), no Brasil cerca de 47,6% de CO₂ emitidos pelo consumo de energia elétrica é gerado pelas obras.

Com o modelo de desenvolvimento em curso, que visa consumo e produção em detrimento da preservação do meio ambiente, torna-se necessária a implementação de um modelo construtivo mais sustentável para o meio ambiente. Isso inclui técnicas e métodos que sejam mais eco eficientes, produzindo menos resíduos, reduzindo a emissão de CO₂ para atmosfera, e explorando a fonte de matéria prima de forma sustentável.

A cadeia de produção da construção civil possui muitos sistemas construtivos, os quais tornam possíveis a materialização de um edifício. Um desses sistemas é o de vedação dos ambientes, que tem como finalidade separação dos cômodos, isolamento termoacústico e resistência. O sistema mais utilizado no Brasil é alvenaria cerâmica, por seu aparente baixo custo, com mão de obra especializada em abundância e por uma questão cultural. Porém, alguns métodos podem se mostrar menos agressivos ao meio ambiente, podendo ser até mesmo mais vantajosos economicamente.

A agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável, é um plano de ação estabelecido pelas nações unidas, que segundo o governo brasileiro, corresponde a um conjunto de programas, ações e diretrizes que propõe 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Tais objetivos visam promover o desenvolvimento sustentável em 3 âmbitos: Pessoal, Planeta e Prosperidade. No contexto de materiais, a agenda 2030 traz a ODS 12, que trata de consumo e produção responsável, e visa utilizar os recursos naturais disponíveis no planeta de forma mais eficiente e gerando menos resíduos.

A partir disso, com a intenção de apresentar uma opção viável economicamente, e com um bom desempenho ambiental, esse estudo comparou qualitativamente por meio de uma Avaliação do ciclo de vida das emissões de CO₂ (ACVCO₂) entre um projeto composto por

alvenaria de tijolo cerâmico e um com alvenaria de tijolo ecológico.

1.2 OBJETIVOS

a) Objetivo geral

Avaliar comparativamente os aspectos econômicos e ambientais da alvenaria com tijolo solo-cimento em relação ao tijolo cerâmico, demonstrando as vantagens e desvantagens do uso do tijolo solo-cimento em construções.

b) Objetivos específicos

- Realizar uma Avaliação do Ciclo de Vida das emissões de CO₂ (ACVCO₂) para um projeto utilizando alvenaria de tijolo cerâmico.
- Realizar uma Avaliação do Ciclo de Vida das emissões de CO₂ (ACVCO₂) para o mesmo projeto utilizando alvenaria de tijolo solo-cimento.
- Comparar as quantidades de CO₂ emitidas pelos dois métodos construtivos.
- Elaborar um orçamento detalhado para o projeto, considerando a utilização de alvenaria com tijolo cerâmico e alvenaria com tijolo solo-cimento.
- Analisar os resultados obtidos para determinar a viabilidade econômica e ambiental de cada método.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA (ACV)

A ACV é uma compilação e uma avaliação das entradas, saídas e dos impactos ambientais potenciais de um sistema de produto ao longo de seu ciclo de vida NBR ISO 14044 (ABNT, 2009). Essa técnica pode ser utilizada para subsidiar a tomada de decisões de gestores, melhoria do desempenho ambiental de diversos produtos, ou até mesmo para implementação de uma rotulagem ambiental para o produto. Devido a sua complexidade, a transparência deve ser o princípio orientador na utilização desse método.

A ACV pode evidenciar os aspectos e impactos ambientais de um sistema de produto, considerando todo seu ciclo de vida, desde a sua extração (entrada) até a disposição final (saída).

De forma sistemática, leva em consideração o gasto energético de sua produção, transporte, utilização, reciclagem e descarte.

Pode-se seguir três fluxos de estudo, avaliação do ciclo de vida (ACV), que faz a avaliação de todos os impactos ambientais no ciclo de vida do sistema de produto; avaliação energética do ciclo de vida (AECV), que diz respeito a energia gasta; e avaliação das emissões de CO₂ do Ciclo de Vida (ACVCO₂), que avalia as saídas como emissões de CO₂.

A NBR ISO 14040 (ABNT, 2019), apresenta a estrutura que o estudo de ACV compreende, contendo quatro fases: definição de objetivo e escopo; análise de inventário; avaliação de impactos; e interpretação.

O objetivo deve definir a aplicação pretendida e as razões para sua execução, estabelecendo o público-alvo e se existe a intenção de utilizar os resultados para comparar afirmações obtidas.

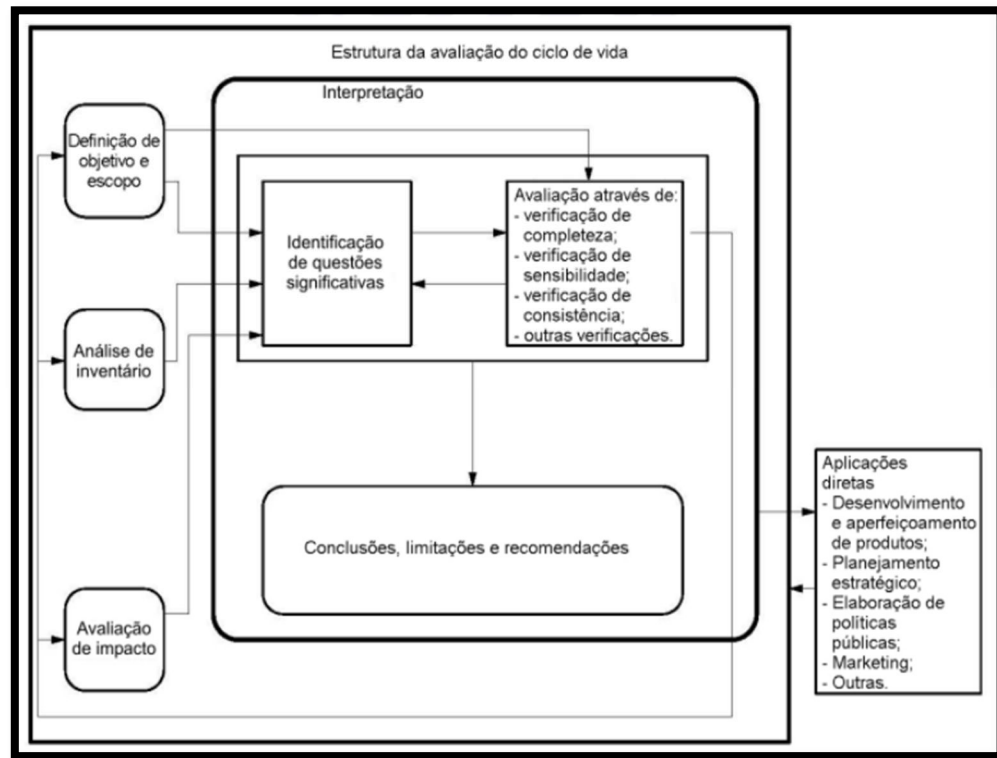
O escopo deve compreender o sistema de produto a ser estudado, requisitos iniciais quanto a qualidade dos dados, a unidade funcional, a fronteira do sistema, categoria de impacto selecionadas e a metodologia, entre outras definições que vão assegurar a abrangência, profundidade e detalhamento do estudo de acordo com o objetivo declarado.

A análise de inventário de ciclo de vida (ICV) compõe a coleta de dados e a utilização de procedimentos de cálculo para quantificação das entradas e saídas relevantes dentro de um sistema de produto. Esse processo é utilizado para identificar novos requisitos ou limitações, que requeiram mudanças no procedimento de coleta de dados para que o estudo possa satisfazer seu objetivo.

Na avaliação do impacto do ciclo de vida (AICV), os dados relativos a insumos, processos e emissões são analisados e distribuídos baseado em uma unidade funcional. A unidade funcional define uma medida de desempenho quantificado de um sistema de produto em análise, assegurando a comparabilidade dos resultados da ACV. Essa etapa transforma os dados de aspecto ambiental da ICV em impactos ambientais quantificáveis.

A fase de interpretação inclui diversos elementos: identificação das questões significativas; verificações de completeza, sensibilidade e consistência em relação às entradas, saídas e escolhas metodológicas significativas; conclusões, limitações e recomendações. Os resultados das fases ICV e AICV devem ser interpretados conforme o objetivo e o escopo do estudo.

Figura 1 - Estrutura da avaliação do ciclo de vida



Fonte: NBR 14044 (ABNT, 2014).

2.2 ALVENARIA CERÂMICA

De acordo com Salgado (2006), a alvenaria é composta por unidades (tijolos e blocos) unidas entre si por um elemento de ligação, a argamassa de assentamento (cimento, areia e cal), para formar um conjunto monolítico e estável.

O bloco/tijolo cerâmico deve ser fabricado por conformação plástica de matéria-prima argilosa, contendo ou não aditivos, e queimado a temperaturas elevadas NBR 15270 (ABNT, 2017). É fabricado a partir da argila, que é extrudada e seca em fornos. Segundo Soares e Pereira (2004), após a extração e transporte da argila, ela é preparada (retirada de impurezas) e moída para prensagem, posteriormente a secagem das peças é acompanhada por meio de pesagens, e por fim passa pelo processo de queima em fornos.

Cimento Portland é a denominação técnica para o material usualmente chamado de cimento na construção civil. Participa como aglomerante da argamassa de assentamento. Conforme Ambrozewicz (2012), os principais constituintes do cimento Portland são os silicatos de cálcio, obtidos de pedra calcária, giz, mármore, a sílica é obtida preferencialmente de argilas e xistos argilosos. As matérias primas são moídas e homogeneizadas, e posteriormente

conduzidas para o pré-aquecedor onde ocorre a evaporação da água livre, e o desprendimento de CO_2 e CaO do calcário, para reagir com silicatos de ferro e alumínio. Em seguida o material (farinha) é encaminhado para um forno rotativo, onde acontece a clínquerização do material, a temperaturas de 1.550°C , onde as reações para formação dos compostos do cimento Portland são completadas.

A fabricação da Cal hidratada muito utilizada nas argamassas, é realizada a partir da calcinação do calcário. De acordo com MARTINS (2022), após a extração e britagem, o calcário é aquecido em forno a altas temperaturas, produzindo a cal virgem, que posteriormente é novamente britada e/ou moída para o processo de hidratação da cal virgem, gerando a cal hidratada.

Figura 2 - Alvenaria cerâmica

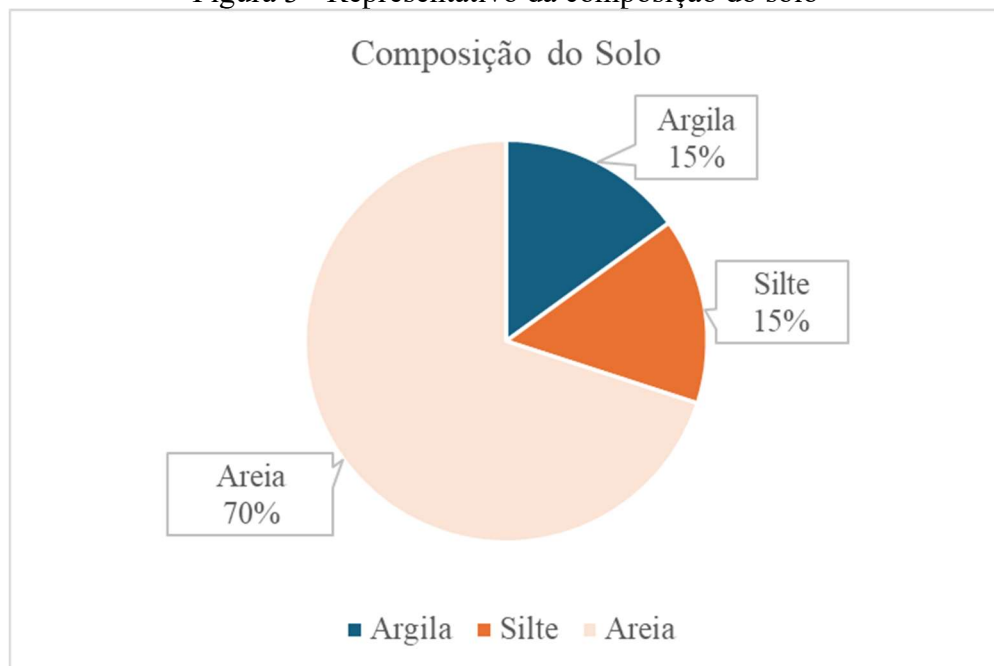


Fonte: Autor (2024).

2.3 ALVENARIA DE TIJOLO SOLO-CIMENTO

De acordo com NBR 8491 (ABNT,2012), o tijolo solo-cimento (ou tijolo ecológico) é constituído de uma homogeneização de um solo arenoso, cimento Portland e água. O solo é peneirado e misturado com água e cimento até atingir a homogeneidade. A proporção de água e cimento depende das características do solo, sendo comum a utilização de 10% do peso do solo, em cimento. Fraga et al. (2017), cita que o solo deve conter de 10% a 20% de argila, 10% a 20% de silte, e 50% a 70% de areia. Não são indicados solos argilosos, siltosos e que contenha matéria orgânica, pois podem sofrer alguns danos como fissuras, trincas e rachaduras.

Figura 3 - Representativo da composição do solo



Fonte: Autor (2024).

A modelagem do tijolo é feita por uma prensa manual ou mecânica automatizada, podendo se utilizar moldes para tijolos maciços ou vazados. Segundo Fiais e Sousa (2017), nos primeiros 3 dias de cura os tijolos devem se molhados e cobertos com uma lona, para que perda excessiva de água não cause trincas. Após os 28 dias de cura, tijolo pode ser transportado e utilizado na obra.

Firmino (2015), descreve que a utilização do tijolo solo-cimento reduz a exploração de jazidas de argila. Por possuir uma composição que não necessita de queima, o solo escolhido pode ser corrigido para se encaixar nas faixas para mistura com cimento. O tijolo solo-cimento permite uma gama vasta de solos que podem ser utilizados na sua produção.

Segundo Fraga et al. (2016), utilização do tijolo solo-cimento pode gerar de 20% a 40% de economia no custo da obra em relação ao concreto armado. Essa economia é alcançada pela utilização da alvenaria estrutural que reduz consideravelmente a quantidade de concreto e de aço em sua estrutura, gerando uma economia em valores monetários aproximados de 70% em concreto e 50% em aço.

A redução das camadas de revestimentos aplicados sobre a parede gera uma redução de insumos que agregam valor a parede. Mieli (2009), ressalta que a uma redução de desperdícios com insumos utilizados na alvenaria e estrutura, que pode gerar de 10% a 15% de economia nos custos da obra.

Outra vantagem descrita por Weber et al. (2017), é o conforto térmico causado pela condutividade térmica dos materiais utilizados na produção tijolo solo-cimento, propiciando uma demora para efetuar a troca de temperatura com o ambiente externo, mantendo a temperatura estável.

3. METODOLOGIA

A metodologia adotada comparou a utilização dos dois tipos de tijolos implementados no sistema de vedação vertical de um projeto residencial unifamiliar localizado em Teresina-PI. Para atingir o objetivo de avaliação do ciclo de vida das emissões de CO₂, foi feito um levantamento dos processos de transporte e de manufatura para produção das alvenarias, incluindo o transporte dos tijolos até o local de implantação do projeto. A comparação orçamentaria utilizou a base de dado SINAPI e ORSE, inserindo valores da própria alvenaria e o seu acabamento.

3.1 AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA (ACV)

3.1.1 OBJETIVO E ESCOPO

O objetivo de estudo dessa ACVCO₂ é comparar as entradas de materiais, emissões de CO₂ dos dois sistemas de vedação: alvenaria cerâmica e tijolo ecológico. O trabalho foi realizado baseado na unidade funcional, 1 m² de parede. O estudo adotou uma fronteira de sistema para análise “berço ao portão” (cradle to gate), ou seja, está limitada à produção (fornecimento de matéria-prima e fabricação do insumo) e distribuição para obra. A limitação do estudo dentro da fronteira, se dá pela disponibilidade de dados localizados pelo autor.

3.1.2 INVENTÁRIO DE CICLO DE VIDA (ICV)

Para este estudo foram empregadas duas etapas para coleta de dados, sendo considerada inicialmente a emissão para fabricação e processamento dos materiais, e posteriormente a distância entre a fábrica e o local de referência situado na rua Isaac Irineu, bairro Memore, Teresina-PI.

Todas as distâncias foram obtidas pelo Google Earth 2024, e multiplicadas por dois, considerando o envio do material e o retorno do meio de transporte vazio. Dois meios de transporte de materiais foram utilizados, o meio rodoviário caracterizado por um caminhão

semipesado movido a óleo diesel, consumindo 0,0196 L/t/km, e o meio ferroviário caracterizado por um trem movido a óleo diesel, consumindo 0,0115 L/t/km. É emitido 0,0032 t CO₂/l de óleo diesel consumido. Tais valores foram extraídos de Costa (2012).

Para a conversão da quantidade de cada material de construção para quantidade de CO₂ emitido, foi utilizada a (Equação 1) proposta por Costa (2012).

$$\text{Emissões}_{\text{MT},j} = \text{QT}_i \times \text{FP}_i \times \text{FEP}_i \quad (1)$$

Onde:

QT_j = quantitativo de material i, em toneladas;

FP_j = fator de perda do material j, adimensional;

FEP_j = fator de emissão de CO₂ devido a utilização do material j, em toneladas de CO₂/ tonelada de material acabado.

A sistematização para quantificação das emissões de CO₂ é descrita por Chau et al. (2015), que levanta o total das emissões de CO₂ incorporadas num sistema de produto a partir da (Equação 2).

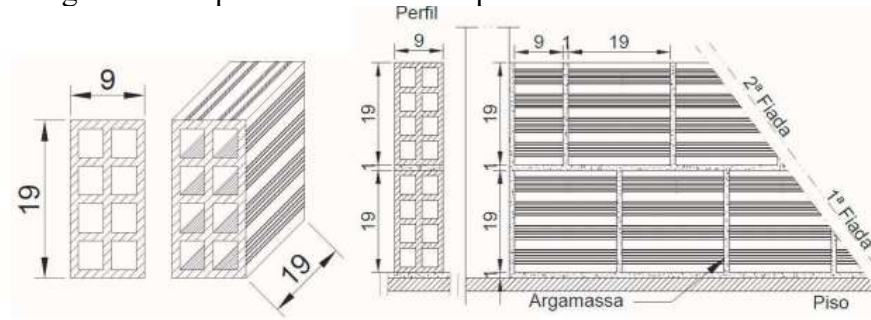
$$\begin{aligned} \text{CO}_2 \text{ Incorporado}, i &= \text{CO}_2 \text{ Extração}, i + \text{CO}_2 \text{ Manufatura}, i + \text{CO}_2 \text{ Transporte}, i \\ \text{CO}_2 \text{ Incorporado} &= \sum_1^i \text{CO}_2 \text{ Incorporado}, i \end{aligned} \quad (2)$$

O CO₂ incorporado é a soma das emissões de CO₂ da extração, manufatura e transporte dos materiais componentes de cada alvenaria.

3.1.2.1 ALVENARIA DE TIJOLO CERÂMICO

O processo de dimensionamento das paredes é realizado conforme o esquema ilustrado na figura 4. De acordo Salgado (2006), a quantidade de tijolos 9 x 19 x 19 cm (L x H x C) é 25 un/m² de parede.

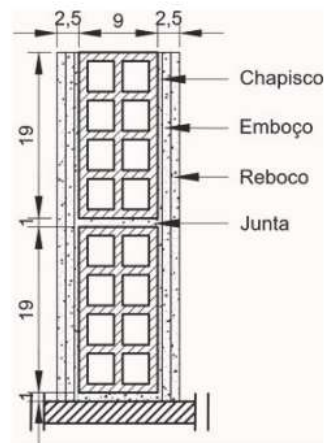
Figura 4 – Esquema de elementos parede de alvenaria cerâmica



Fonte: Lana e Andréa (2020).

A composição do sistema de vedação é formada por uma parede de alvenaria cerâmica e revestimento de argamassa com acabamento de massa corrida e pintura PVA.

Figura 5 – Corte dos elementos da parede de alvenaria cerâmica



Fonte: Lana e Andréa (2020).

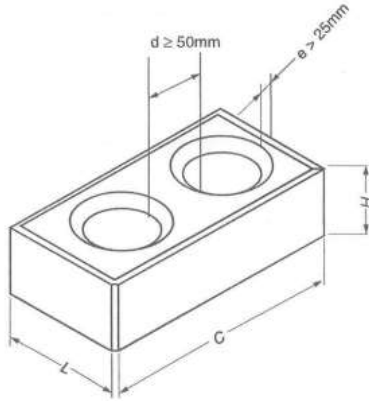
3.1.2.2 ALVENARIA DE TIJOLO SOLO-CIMENTO

Para o dimensionamento da parede de alvenaria de tijolo ecológico, foi utilizado um tijolo de 25 x 12,5 x 7 cm (L x H x C), ou seja, 56 un/m² de parede, com a composição de solo, cimento e água. Segundo Portela e Amaral (2019), a quantidade de cimento utilizada é 10% do peso do solo, para estabilizar a mistura e obter a resistência desejada. A dosagem de água introduzida na mistura varia conforme a humidade do solo utilizado.

De acordo com a especificação da fabricante da argamassa polimérica colante, a quantidade de argamassa utilizada para assentamento dos tijolos é de 1,5 kg/m² de parede. Na parte de acabamento, a quantidade de rejunte para selar as juntas entre os tijolos é de 0,8 kg/m², composto de cimento branco, pigmento de óxido de ferro e cola. Além disso, foi considerada a

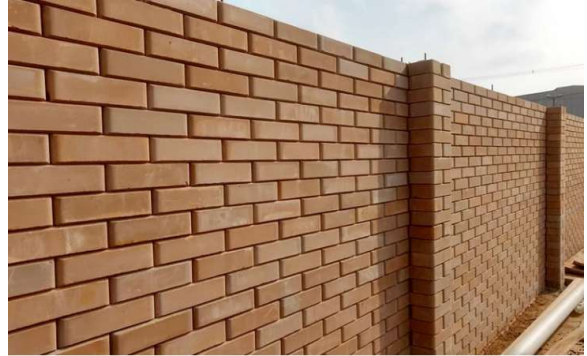
aplicação de resina acrílica para proteger o tijolo ecológico contra intemperes, na quantidade de 0,12 l/m² de parede em duas demãos, conforme especificado pelo fabricante.

Figura 6 - Dimensões do tijolo ecológico



Fonte: NBR 8491 (ABNT, 2013)

Figura 7 - Parede de alvenaria de tijolo ecológico



Fonte: www.tuacasa.com.br/tijolo-ecologico (2022).

3.1.3 AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO CICLO DE VIDA (AICV)

O dióxido de carbono (CO₂) é um dos principais gases causadores do efeito estufa, contribuindo assim, para o aumento da temperatura terrestre. De acordo com o escopo da ACV, este estudo vai quantificar as emissões de CO₂ de ambos os sistemas de alvenaria de vedação.

3.2 COMPARAÇÃO ORÇAMENTARIA

Foi feita uma tabela quantitativa de materiais para ambos os sistemas, com a quantidade de insumos de acordo com o inventário da ACV, e de coeficientes estruturais baseados em orçamentos modelo disponibilizado pelo documento SINAPI – DEMONSTRAÇÕES DE USO FICHA TÉCNICA – Residência Unifamiliar Térrea Padrão Normal. Do qual foi extraído o quantitativo da estrutura utilizada, e dividido pelo quantitativo de alvenaria.

Os valores foram obtidos a partir das bases de dados SINAPI (Sistema Nacional de Preços e Índices para Construção Civil), e de pesquisa de valores realizada pelo autor em lojas de materiais de construção de grande porte em Teresina.

4. RESULTADOS

4.1 AVALIAÇÃO DE IMPACTO DO CICLO DE VIDA (AICV)

A tabela a seguir apresenta as emissões de CO₂ associadas à extração e processamento de cada um dos materiais utilizados nos sistemas de produto das alvenarias. No entanto, devido à ausência de informações sobre a produção e processamento da massa corrida, tinta e verniz, esses elementos serão desconsiderados do inventário da avaliação de impacto.

Quadro 1 - Fator de emissão de cada insumo

Fator de emissão por material		
Material	Fator de Emissão (Kg CO ₂ /Kg de material)	Fonte
Tijolo Cerâmico	0,2276	SIDAC
Cimento CP II-E	0,6891	SIDAC
Cal hidratada CH-II	0,8193	SIDAC
Agregado Miúdo (Areia)	0,0125	SIDAC
Tijolo Solo-Cimento	0,1072	Fontes e Lopes (2018)
Argamassa polimérica	0,1970	Costa (2012)
Rejunte	0,1370	Costa (2012)

Fonte: Adaptado pelo Autor

A tabela abaixo detalha os fatores de consumo de cada meio de transporte dos materiais, e o fator de emissão da queima do óleo diesel.

Quadro 2 - Fator de emissão dos modais de transporte

Fator de consumo e emissão para o transporte			
Transporte	Consumo (l/Kg/Km)	Fator de Emissão de Kg CO ₂ /l	Fonte
Caminhão Semi-Pesado	0,0000196	2,29	Costa (2012)
Transporte	Fator de Emissão de Kg CO ₂ /Kg.km		
Trem	0,000009618		SIDAC

Fonte: Adaptado pelo Autor

As distancias das fabricas até o local de referência da obra, está descrita no quadro a seguir, sendo que alguns materiais como cimento e cal utilizaram dois modais de transporte, percorrendo uma parte da rota em linha ferroviária, e outra parte em rodovias.

Quadro 3 - Distâncias de transporte dos insumos

Distancias das fabricas até o local de referência				
Material	Fábrica	Local	Modal de transporte	Distância (km)
Tijolo Cerâmica	Cerâmica Santa Maria	Av. Poty Velho, 4000 - Santa Rosa, Teresina - PI, 64012-760	Rodoviário	16,0
Tijolo Solo-cimento	HL Pré-moldados	Av. João XXIII, 2071 - São Cristóvão, Teresina - PI, 64049-010	Rodoviário	12,8
Cimento	Votorantim Cimentos	(Votorantim Cimentos S/A, Sítio Santa Helena, S/N - Padre Ibiapina, Sobral - CE, 62020-470) - (FTL- Transnordestina, Rodovia BR 343 - s/n, PI, 64076-160)	Ferrovário	718,0
			Rodoviário	23,0
Areia	Dunas Dragagem	Avenida Poti Velho, 61 - Santa Maria, Teresina - PI, 64.012-760.	Rodoviário	10,8
Cal	Votorantim Cimentos	(Votorantim Cimentos S/A, Sítio Santa Helena, S/N - Padre Ibiapina, Sobral - CE, 62020-470) - (FTL- Transnordestina, Rodovia BR 343 - s/n, PI, 64076-160)	Ferrovário	718,0
			Rodoviário	23,0
Argamassa Polimérica	Biomassa	Biomassa do Brasil, R. Cecília Roizen, 618 - Cidade Industrial Satélite de São Paulo, Guarulhos - SP, 07180-270	Rodoviário	5358,0
Rejunte	Kalfix	Kalfix, Av. São Francisco, 4000 - Colorado, Teresina - PI, 64076-178	Rodoviário	48,0

Fonte: Google Earth (2024)

4.1.1 ALVENARIA CERÂMICA

Conforme o estudo de Lanna e Pereira (2020), cada unidade do tijolo adotado equivale a aproximadamente 2,3 kg, sendo necessário 25 unidades para 1 m² de alvenaria cerâmica. As quantidades específicas de cimento, cal e areia, foram determinadas a partir do traço apresentado no Tabela 4. A Tabela 5 resume a quantificação do sistema de alvenaria cerâmica, obedecendo as dimensões indicadas nas figuras 3 e 4.

Quadro 4 - Traço para argamassas da alvenaria

Composição das argamassas de cada etapa				
Material	Assentamento	Chapisco	Reboco	Densidade (kg/m ³)
Cimento	1	1	1	1300
Cal	2	3	2	1000
Areia	8		9	1500

Fonte: Lanna e Pereira (2020)

Quadro 5 - Quantitativo de material para alvenaria cerâmica

Dimensionamento do sistema de alvenaria cerâmica (1 m²)		
ALVENARIA CERÂMICA		
Descrição do elemento	Quantidade	+10%
Tijolo cerâmico de 8 furos 9 x 19 x 19 cm	25 und = 57,5 kg	63,25 kg
Cimento (Assentamento, Reboco e Chapisco)	12,9 kg	14,19 kg
Cal (Assentamento e Reboco)	22,3 kg	24,53 kg
Areia (Assentamento, Reboco e Chapisco)	94,1 kg	103,51 kg

Fonte: Autor (2024)

A partir dessas quantidades, foi possível obter os valores de CO₂ emitido por cada setor, com base no fator de emissão de cada material, conforme descrito a seguir.

De acordo com Sidac (2024), a média da quantidade de CO₂ gerada pela energia utilizada para a extração, processamento e a queima de material carbonáceo na produção do tijolo cerâmico, é de 0,23 kg CO₂/kg de tijolo cerâmico. Para fase de transporte, foi adotada a fábrica Cerâmica Santa Maria, localizada a cerca de 8 km do local de referência para obra, gerando um total de 0,5 Kg CO₂/ Kg de cerâmica no transporte.

Quadro 6 - Emissões tijolo cerâmico

Emissões de CO₂ do setor cerâmico	
Identificação	kg CO₂/ kg de Tijolo Cerâmico
Fator de emissão da produção (Kg CO ₂ / Kg cerâmica) (1)	0,2276
Fator de emissão do transporte (Kg CO ₂ / Kg cerâmica) (2)	0,000718144
Fator de emissão do setor cerâmico de tijolos (Kg CO₂/ Kg de Material)	0,2283
Total para 1 m² (Kg CO₂)	14,4380

Fonte: (1) Sidac (2024), (2) Autor (2024).

Com base nas informações de Sidac (2024), a média da quantidade de CO₂ gerada nos processos de extração, britagem, moagem e clinquerização, na produção do cimento portland é

de 0,69 kg CO₂/kg cimento. Quanto a fase de transporte, foi adotado a fábrica Votorantim Cimentos S/A, localizada em Sobral-CE. Durante o transporte percorre-se 359 km de trem até Teresina-PI, e mais 11,5 Km da estação de trem até o local de referência para obra, resultando em um total de 0,004 Kg CO₂/ Kg de cimento no transporte.

Quadro 7 - Emissões cimento portland

Emissões de CO₂ do setor cimentício	
Identificação	kg CO₂/ kg de Cimento
Fator de emissão da produção (Kg CO ₂ / Kg cimento) (1)	0,6891
Fator de emissão do transporte (Kg CO ₂ / Kg cimento) (2)	0,007938056
Fator de emissão do setor cimentício (Kg CO₂/ Kg de Material)	0,6970
Total para 1 m² (Kg CO₂)	9,8903

Fonte: (1) Sidac (2024), (2) Autor (2024).

Segundo Sidac (2024), a média da quantidade de CO₂ gerada nos processos de extração, britagem, moagem e calcinação, na produção da cal hidratada é de 0,82 kg CO₂/kg cal hidratada. Na fase de transporte, foi adotada a fábrica Votorantim Cimentos S/A, localizada em Sobral-CE. Por ser a mesma fábrica onde é fabricado o cimento, utilizasse o mesmo fator de emissão do transporte que o cimento.

Quadro 8 - Emissões cal hidratada

Emissões de CO₂ do setor de cal	
Identificação	kg CO₂/ kg de Cal
Fator de emissão da produção (Kg CO ₂ / Kg cal) (1)	0,8193
Fator de emissão do transporte (Kg CO ₂ / Kg cal) (2)	0,007938056
Fator de emissão do setor de cal (Kg CO₂/ Kg de Material)	0,8272
Total para 1 m² (Kg CO₂)	20,2921

Fonte: (1) Sidac (2024), (2) Autor (2024).

Para extração e processamento de agregados miúdos, são produzidos 0,0125 kg CO₂/kg agregado, Sidac (2024). Na fase de transporte adotou-se a empresa Dunas Dragagem em Teresina - PI. A distância total é 5,4 km, sendo assim, foram produzidos 0,0005 Kg CO₂/ Kg agregado transportado.

Quadro 9 - Emissões extração de areia

Emissões de CO₂ de extração de areia	
Identificação	kg CO₂/ kg de areia
Fator de emissão da produção (Kg CO ₂ / Kg areia) (1)	0,0125
Fator de emissão do transporte (Kg CO ₂ / Kg areia) (2)	0,000484747
Fator de emissão do setor de extração de areia (Kg CO₂/ Kg de Material)	0,0130
Total para 1 m² (Kg CO₂)	1,3451

Fonte: (1) Sidac (2024), (2) Autor (2024).

A soma de todas essas emissões resulta no total emitido por 1 m² de alvenaria cerâmica revestida com argamassa, conforme apresentado na tabela a seguir.

Quadro 10 - Emissões da alvenaria cerâmica

Resumo das Emissões da Alvenaria Cerâmica	
Material	Emissão (Kg CO₂)
Tijolo Cerâmico	14,4380
Cimento CP II-E	9,8903
Cal hidratada CH-II	20,2921
Agregado Miúdo (Areia)	1,3451
Total (Kg CO₂)	45,9655

Fonte: Autor (2024).

4.1.2 ALVENARIA DE TIJOLO SOLO-CIMENTO

De acordo com Fontes e Lopes (2018), a quantidade de emissão de CO₂ gerada pela energia utilizada para a extração da matéria prima e processamento do tijolo solo-cimento, é de 0,0172 Kg CO₂/ Kg de tijolo solo-cimento. Para a fase de transporte, foi adotada a fábrica HL Pré-moldados em Teresina-PI. A distância total foi de 12,8 Km, produzindo 0,0498 t CO₂/ t de tijolo solo-cimento transportado. Com base nas informações do fabricante, o tijolo solo-cimento possui uma massa de 3,2 Kg.

Quadro 11 - Quantitativo de material para tijolo solo-cimento

Dimensionamento do sistema de alvenaria Tij. Solo-Cimento (1 m²)		
ALVENARIA TIJOLO SOLO-CIMENTO		
Descrição do elemento	Quantidade	+10%
Tijolo Solo-Cimento	56 und = 179,2 Kg	197,12 kg
Argamassa Polimérica	1,5 Kg	1,65 kg
Argamassa Polimérica	0,8 Kg	0,88 kg

Fonte: Autor (2024).

Quadro 12 - Emissões do tijolo solo-cimento

Emissões de CO₂ do Tijolo Solo-Cimento	
Identificação	kg CO₂/ kg de Tij. Solo-Cimento
Fator de emissão da produção (Kg CO ₂ / Kg Tij. Solo-Cimento) (1)	0,1072
Fator de emissão do transporte (Kg CO ₂ / Kg Tij. Solo-Cimento) (2)	0,000574515
Fator de emissão do Tij. Solo-Cimento (Kg CO₂/ Kg de Material)	0,1078
Total para 1 m² (Kg CO₂)	21,2538

Fonte: (1) Fontes e Lopes (2018), (2) Autor (2024).

Para produção de argamassa, são produzidos 0,197 Kg CO₂/ Kg argamassa, Costa (2012). Para fase de transporte adotou-se para o processamento a fábrica da Biomassa em Guarulhos-SP. A distância total é 5358 km, sendo assim foram produzidos 0,24 Kg CO₂/ Kg argamassa transportada.

Quadro 13 - Emissões da argamassa polimérica

Emissões de CO₂ da Argamassa Polimérica	
Identificação	kg CO₂/ kg de Argamassa
Fator de emissão da produção (Kg CO ₂ / Kg Argamassa) (1)	0,1970
Fator de emissão do transporte (Kg CO ₂ / Kg Argamassa) (2)	0,240488472
Fator de emissão do Argamassa (Kg CO₂/ Kg de Material)	0,4375
Total para 1 m² (Kg CO₂)	0,7219

Fonte: (1) Costa (2012), (2) Autor (2024).

Na produção do rejunte, são produzidos cerca de 0,137 Kg CO₂/ Kg Rejunte, Costa (2012). Para fase de transporte adotou-se para o processamento a fábrica da Kalfix em Teresina-PI. A distância total é 48 km, sendo assim foram produzidos 0,0021 Kg CO₂/ Kg rejunte transportado.

Quadro 14 - Emissões do rejunte

Emissões de CO₂ do Rejunte	
Identificação	kg CO₂/ kg de rejunte
Fator de emissão da produção (Kg CO ₂ / Kg Rejunte) (1)	0,1370
Fator de emissão do transporte (Kg CO ₂ / Kg Rejunte) (2)	0,002154432
Fator de emissão do Rejunte (Kg CO₂/ Kg de Material)	0,1392
Total para 1 m² (Kg CO₂)	0,1225

Fonte: (1) Costa (2012), (2) Autor (2024).

A soma de todas essas emissões resulta no total emitido por 1 m² de alvenaria de tijolo solo-cimento, conforme apresentado na tabela a seguir.

Quadro 15 - Emissões alvenaria tijolo solo-cimento

Resumo das Emissões da Alvenaria de Tijolo Solo-Cimento	
Material	Emissão (Kg CO₂)
Tijolo Solo-Cimento	21,2538
Argamassa Polimérica	0,7219
Rejunte	0,1225
Total (Kg CO₂)	22,0981

Fonte: Autor (2024).

4.2 ORÇAMENTO

Nesta seção, apresentamos os valores obtidos a partir das bases de dados orçamentarias para cada sistema de alvenaria.

4.2.1 ALVENARIA CERÂMICA

Os quantitativos de materiais foram adotados de acordo com as unidades das composições SINAPI, sendo descritos na tabela a seguir. Todos os quantitativos estruturais foram baseados nos coeficientes do orçamento modelo disponibilizado pelo documento SINAPI – DEMONSTRAÇÕES DE USO FICHA TÉCNICA – Residência Unifamiliar Térrea Padrão Normal (2017).

Quadro 16 - Quantitativo de alvenaria cerâmica

Alvenaria cerâmica (1 m²)			
1	Estrutura		
1.1	Formas	0,44	m²
1.2	Concreto pilar	0,01	m³
1.3	Concreto vigas	0,04	m³
1.4	Aço pilar 8 mm	2,84	Kg
1.5	Aço pilar 10 mm	1,14	Kg
2	Alvenaria		
2.1	Alvenaria Cerâmica	1,00	m²
3	Revestimentos		
3.1	Chapisco	2,00	m²
3.2	Reboco	2,00	m²
4	Pintura		
4.1	Selador	2,00	m²
4.1	Massa corrida	2,00	m²
4.1	Pintura	2,00	m²

Fonte: Autor (2024).

O orçamento sintético da alvenaria cerâmica e composições está descrito no Anexo 01. O resumo do orçamento apresenta o valor de cada etapa e o valor total de 1 m² de alvenaria cerâmica, conforme o quadro 17.

Quadro 17 - Resumo do orçamento da alvenaria cerâmica

Planilha Orçamentária Resumida			
Item	Descrição	Total	Peso (%)
1	Estrutura	130,90	36,10 %
2	Vedação	87,02	24,00 %
3	Revestimento	82,04	22,63 %
4	Acabamento	62,60	17,27 %
Total sem BDI		362,56	
Total do BDI		0,00	
Total Geral		362,56	

Fonte: Autor (2024).

4.2.2 ALVENARIA DE TIJOLO SOLO-CIMENTO

Os quantitativos de materiais foram adotados de acordo com as unidades das composições SINAPI, sendo descritas na tabela a seguir. Todos os quantitativos estruturais

foram baseados nos coeficientes do orçamento modelo disponibilizado pelo documento SINAPI – DEMONSTRAÇÕES DE USO FICHA TÉCNICA – Residencial Multifamiliar Padrão Normal (2017).

Quadro 18 - Quantitativo de alvenaria de tijolo solo-cimento

Alvenaria tijolo solo-cimento (1 m²)			
1	Estrutura		
1.1	Aço Vertical	0,155	Kg
1.2	Aço Horizontal	0,218	Kg
1.3	Graute Vertical	0,006	m³
1.4	Graute Horizontal	0,002	m³
2	Alvenaria		
2.1	Tijolo solo-cimento	1,00	m²
3	Pintura		
3.1	Verniz	2,00	m²

Fonte: Autor (2024).

O orçamento sintético da alvenaria de tijolo solo-cimento está descrito no Anexo 01. O resumo do orçamento apresenta o valor de cada etapa e o valor total de 1 m² de alvenaria de tijolo solo-cimento, conforme o quadro 19.

Quadro 19 - Resumo do orçamento da alvenaria de tijolo solo-cimento

Planilha Orçamentária Resumida			
Item	Descrição	Total	Peso (%)
1	Estrutura	13,17	5,61 %
2	Vedação	169,98	72,39 %
3	Acabamento	51,66	22,00 %
		Total sem BDI	234,81
		Total do BDI	0,00
		Total Geral	234,81

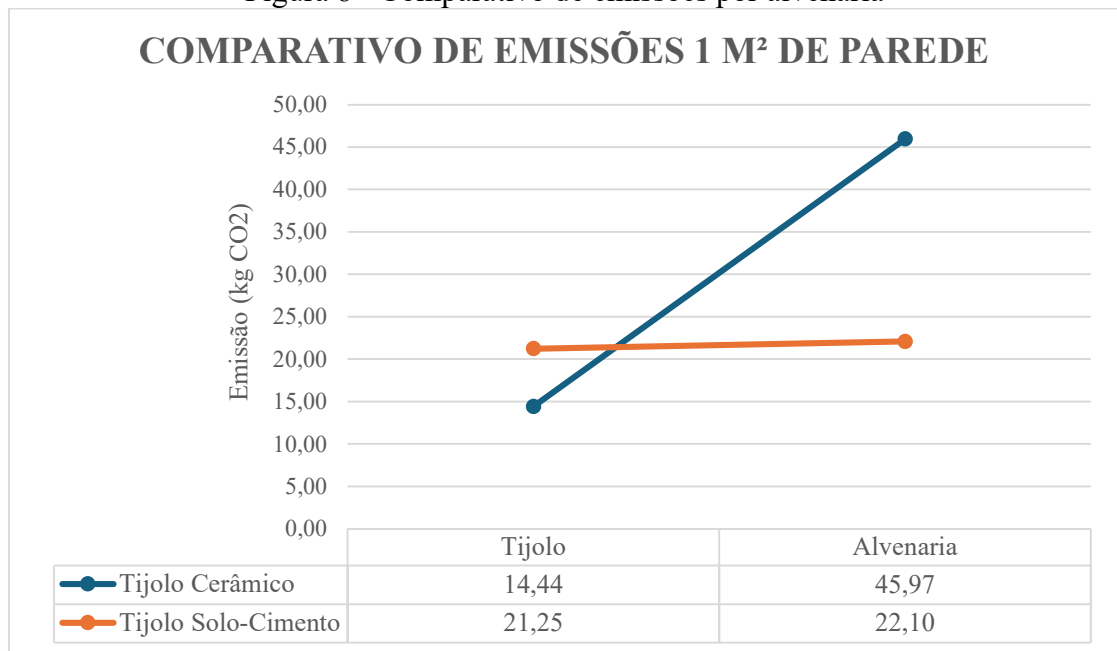
Fonte: Autor (2024).

5. DISCURSÃO

A partir da interpretação dos dados apresentados pelos quadros 10 e 15, pode se observar uma redução de 51,92% nas emissões de CO₂ da alvenaria com tijolo solo-cimento em relação a alvenaria cerâmica. Na emissão da produção dos tijolos, o estudo se aproxima dos valores obtidos por Fontes e Lopes (2018), que apontou uma redução de 46,32% nas emissões de CO₂ do tijolo solo-cimento em relação ao tijolo cerâmico.

Porém tal resultado apresenta singularidades para se manter válido, pois apesar de o tijolo solo-cimento apresentar uma emissão por quilograma menor que o tijolo solo-cimento, cerca de 52,87% a menos, a sua massa de 197,2 kg supera a da massa de 63,25 kg do tijolo cerâmico em 1 m² de parede, tornando-o assim 32% mais poluente.

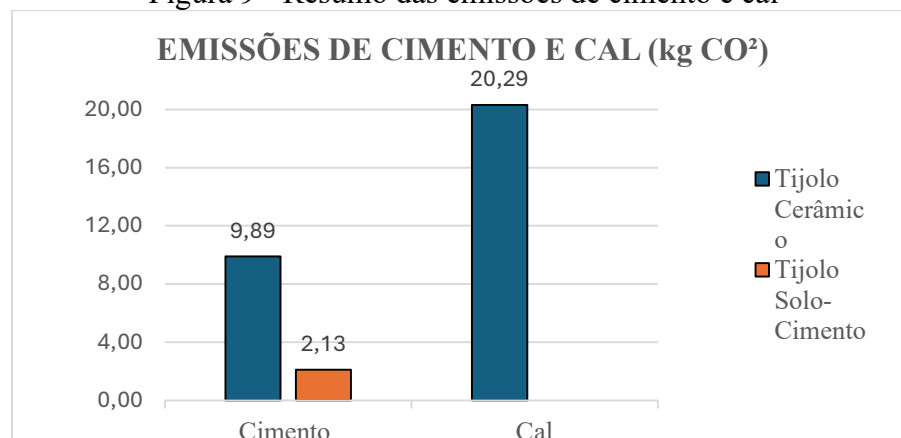
Figura 8 - Comparativo de emissões por alvenaria



Fonte: Autor (2024).

Tal resultado demonstra que possibilidade de reduzir as emissões, está atrelada a redução da quantidade de cimento e cal nos revestimentos da alvenaria, no qual é possível pela da aparência do tijolo solo-cimento, que tem um aspecto mais uniforme e agradável, permitindo a não utilização de revestimentos sobre o tijolo.

Figura 9 - Resumo das emissões de cimento e cal

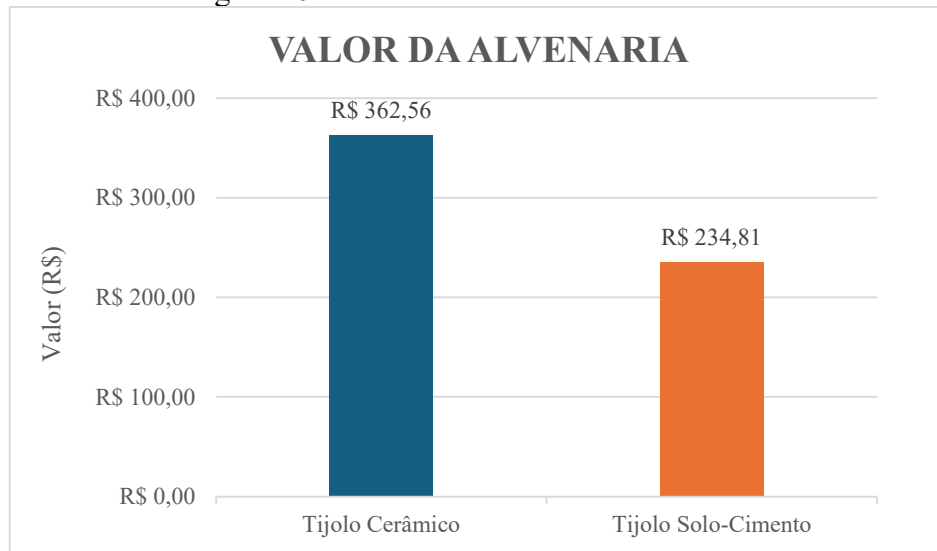


Fonte: Autor (2024).

A utilização de revestimentos cimentícios sobre o tijolo solo-cimento, farão com que as emissões de CO₂, superem as emissões da alvenaria cerâmica.

O orçamento apresentou uma redução de custo de cerca de 35,24% ao utilizar o tijolo solo-cimento em relação a alvenaria cerâmica. Essa economia se mantém dentro do intervalo apresentado por Fraga et al. (2016). Além disso, a economia se aproxima da média de custos encontrados por estudos como de Portela e Amaral (2019), que registrou 46,51%, e de Motta et al. (2014), chegando a 20,34%.

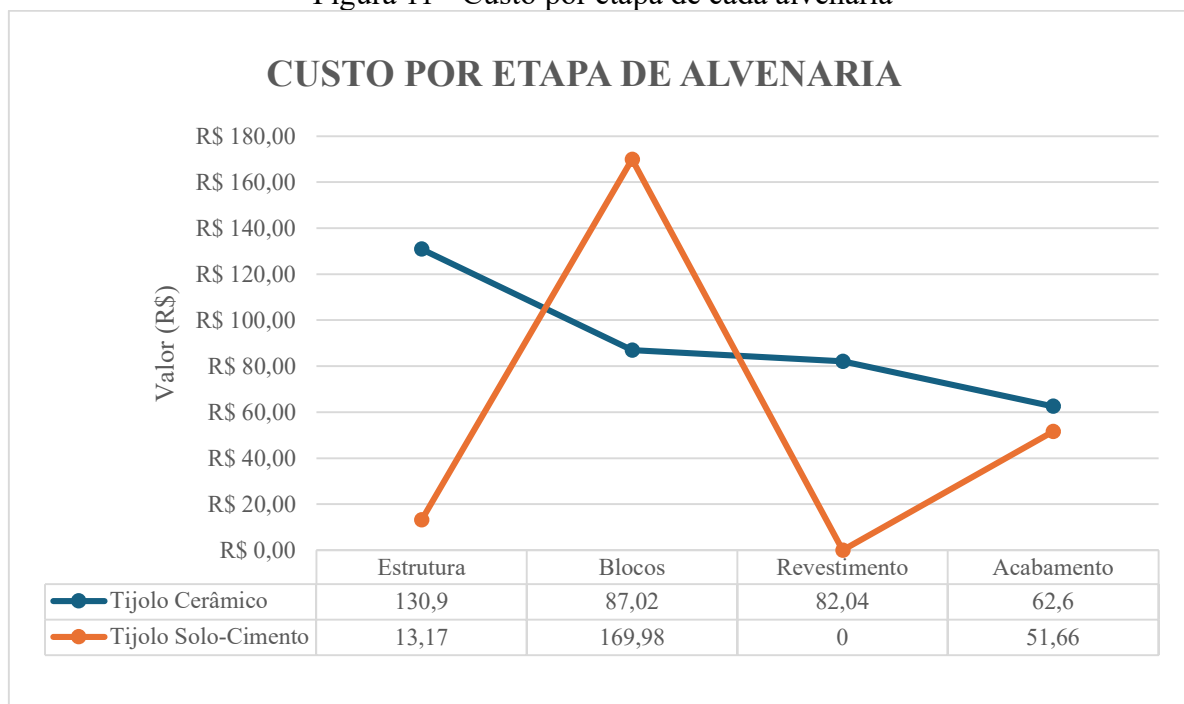
Figura 10 - Resumo dos custos das alvenarias



Fonte: Autor (2024).

Observa-se que tal redução é obtida pela não utilização alguns revestimentos sobre a alvenaria de solo-cimento. Essa retirada de revestimentos resulta em uma redução na mão de obra e do valor dos insumos para a produção do acabamento da alvenaria, que mesmo com o valor do tijolo solo-cimento acima do tijolo cerâmico, gera uma economia.

Figura 11 - Custo por etapa de cada alvenaria



Fonte: Autor (2024).

A partir da análise da Figura 11, observa-se que a alvenaria de tijolo solo-cimento apresenta um custo inferior ao da alvenaria cerâmica em todas as etapas, exceto no valor da dos blocos, devido a se tratar de um tijolo mais caro.

6. CONCLUSÃO

O levantamento das emissões demonstra que a alvenaria com tijolo solo-cimento emite menos CO₂ que a alvenaria cerâmica. No entanto, é importante considerar que embora o tijolo solo-cimento polua menos por quilograma, ele possui uma massa significativamente maior em comparação com o tijolo cerâmico. Isso resulta em uma emissão total de CO₂ maior do que o tijolo cerâmico sem revestimento. Todavia, o tijolo solo-cimento é projetado para ser utilizado sem revestimento, devido à sua aparência mais agradável.

O orçamento apresentou um resultado bem satisfatório com uma economia de 35,24% de economia, no qual o tijolo solo-cimento reduz o custo da obra significativamente, e ainda traz benefícios como conforto térmico e agilidade na execução da obra.

A fim de desenvolver e solidificar a utilização do tijolo solo-cimento, recomenda-se para trabalhos futuros a busca por métodos que reduzam massa do tijolo solo-cimento, e consequentemente suas emissões, além de ampliar o alcance da avaliação do ciclo de vida desse método construtivo, incluindo outros componentes como ferragens, fundações e outros elementos de uma obra residencial, resultando e uma análise mais universal dos benefícios ou desvantagem ambientais do tijolo solo-cimento.

Com isso a utilização do tijolo solo-cimento torna-se muito viável para habitações de interesse popular, por se tratar de um método construtivo que reduz emissões de CO₂ e economia para a obra, porém ainda apresenta dificuldades em sua implementação por conta da falta de normatizações quanto ao seu uso estrutural e sua vedação, o que acarreta algumas restrições ao financiar obras que utilizam esse tipo de alvenaria.

REFERÊNCIAS

AMBROZEWICZ, Paulo Henrique Laporte **Materiais de Construção** / Paulo Henrique Laporte Ambrozewicz. – São Paulo: Pini, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15270-1:2017. Componentes cerâmicos – Blocos e Tijolos para alvenaria – Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro, 2017a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 8491: tijolo maciço de solo-cimento: especificação. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR ISO 14040:2009. Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura. Rio de Janeiro, 2009a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR ISO 14044:2009. Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida – Requisitos e orientações. Rio de Janeiro, 2009a.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Sistema de Informação do Desempenho Ambiental da Construção (SIDAC)**. Brasília, 2024. Disponível em: <https://sidac.org.br/busca>. Acesso em: 07 set. 2024.

COSTA, B. L. de C. da. **Quantificação das emissões de CO₂ geradas na produção de materiais utilizados na construção civil no Brasil**. Dissertação. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Fevereiro 2012.

FIAIS, Bruna Barbosa; SOUZA, Danilo Sarto de. **Construção sustentável com tijolo ecológico**. *Revista Engenharia em Ação Uniletoledo*, Araçatuba, v. 02, n. 01, p. 94-108, ago. 2017.

FIRMINO, H. **Revista Ecológico. Tijolo Ecológico e seus benefícios**, Belo Horizonte, ed. 82, p. 52 a 55, jul. 2015.

FONTES, Caio Sant'anna; LOPES, Luan Barbosa. **Análise de ciclo de vida de tijolos de argila queimados, tijolos de solo-cimento, e tijolos de solo-cimento ecológicos**. 2018. 57 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Guaratinguetá, 2018.

FRAGA, Yuri Sotero Bomfim *et al.* **Tecnologia dos materiais: a utilização do tijolo de solo-cimento na construção civil**. *Ciências Exatas e Tecnológicas*, Aracaju, v. 3, n. 3, p. 11-24, out. 2017.

LANA, Thiago Augusto Corlaite; PEREIRA, Andréa Franco. **ACV Simplificada e Análise de Emissões de CO₂ em Sistemas de Vedação Arquitetônica**. *MIX Sustentável*, [S.l.], v. 6, n. 1, p. 145-162, mar. 2020. ISSN 24473073. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073>.

MIX2020.v6.n1.145-162.

MARTINS, K. H; PUNHAGUI, K. R. G; JOHN, V. M. **Relatório de coleta de dados para o Sistema de Informação do Desempenho Ambiental da Construção**: cal. São Paulo: Sidac, 2022.

MIELI, P. H., **Avaliação do tijolo modular de solo-cimento como material na construção civil**, Trabalho de Conclusão de Curso, COPPE/UFRJ Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2009.

MOTTA, Jessica Campos Soares Silva *et al.* **Tijolo de solo-cimento: análise das características físicas e viabilidade econômica de técnicas construtivas sustentáveis**. E-Xacta, Belo Horizonte, v. 7, n. 1, p. 13-26, maio 2014.

PORTELA, Naaman Ferreira; AMARAL, Diego Roger Borba. **Uso do tijolo ecológico: Aspectos e aplicações desta técnica construtiva nos dias atuais**. Humanidades & Tecnologia em Revista (Finom), João Pinheiro, v. 16, n. 13, p. 534-554, 16 jan. 2019.

SALGADO, Júlio César Pereira. **Técnicas e práticas construtivas: da implantação ao acabamento** / Júlio César Pereira Salgado. -- 1. ed. -- São Paulo: Érica, 2014.

SOARES, Sebastião Roberto; PEREIRA, Sibeli Warmling. **Inventário da produção de pisos e tijolos cerâmicos no contexto da análise do ciclo de vida**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 83-94, jun. 2004.

WEBER, Eduardo; CAMPOS, Roger Francisco Ferreira de; BORGA, Tiago. **Análise da eficiência do tijolo ecológico solo-cimento na construção civil**. Ignis, Caçador, v. 6, n. 2, p.18-34, maio/ago 2017. Semestral.

ANEXO A – ORÇAMENTOS E COMPOSIÇÕES

Obra	Bancos	B.D.I.	Encargos Sociais
ALVENARIA DE TIJOLO CERÂMICO	SINAPI - 06/2024 - Piauí	0,0%	Não Desonerado

Orçamento Sintético

Item	Código	Banco	Descrição	Und	Quant.	Valor Unit	Total	Peso (%)
1			Estrutura				130,90	36,10 %
1.1	92419	SINAPI	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 4 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	m²	0,44	89,36	39,31	10,84 %
1.2	92762	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	1,14	10,03	11,43	3,15 %
1.3	92761	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	2,84	11,29	32,06	8,84 %
1.4	103669	SINAPI	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPA, COM USO DE BALDES - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_02/2022	m³	0,01	948,73	9,48	2,61 %
1.5	103682	SINAPI	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=25 MPA, PARA QUALQUER TIPO DE LAJE COM BALDES EM EDIFICAÇÃO TÉRREA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_02/2022	m³	0,04	965,67	38,62	10,65 %
2			Vedação				87,02	24,00 %
2.1	103328	SINAPI	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 9X19X19 CM (ESPESSURA 9 CM) E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM	m²	1	87,02	87,02	24,00 %

			PREPARO EM BETONEIRA. AF_12/2021					
3			Revestimento				82,04	22,63 %
3.1	87879	SINAPI	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIAS E ESTRUTURAS DE CONCRETO INTERNAS, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO EM BETONEIRA 400L. AF_10/2022	m²	2	4,64	9,28	2,56 %
3.2	87529	SINAPI	MASSA ÚNICA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO, APLICADA MANUALMENTE EM PAREDES INTERNAS DE AMBIENTES COM ÁREA ENTRE 5M² E 10M², E = 17,5MM, COM TALISCAS. AF_03/2024	m²	2	36,38	72,76	20,07 %
4			Acabamento				62,60	17,27 %
4.1	88485	SINAPI	FUNDO SELADOR ACRÍLICO, APLICAÇÃO MANUAL EM PAREDE, UMA DEMÃO. AF_04/2023	m²	2	4,03	8,06	2,22 %
4.2	88497	SINAPI	EMASSAMENTO COM MASSA LÁTEX, APLICAÇÃO EM PAREDE, DUAS DEMÃOS, LIXAMENTO MANUAL. AF_04/2023	m²	2	15,51	31,02	8,56 %
4.3	88489	SINAPI	PINTURA LÁTEX ACRÍLICA PREMIUM, APLICAÇÃO MANUAL EM PAREDES, DUAS DEMÃOS. AF_04/2023	m²	2	11,76	23,52	6,49 %

Total sem BDI	362,56
Total do BDI	0,00
Total Geral	362,56

Composições Analíticas com Preço Unitário

Composições Principais

1.1	Código	Banco	Descrição	Tipo	Und	Quant.	Valor Unit	Total
Composição	92419	SINAPI	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES, PÉ-	FUES - FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	m²	1,000000	89,36	89,36

			DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 4 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020					
Composição Auxiliar	88239	SINA PI	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,159000	21,19	3,36
Composição Auxiliar	88262	SINA PI	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,866000	25,64	22,20
Composição Auxiliar	92263	SINA PI	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA PILARES E ESTRUTURAS SIMILARES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_09/2020	FUES - FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	m²	0,263000	187,59	49,33
Insumo	00002692	SINA PI	DESMOLDANTE PROTETOR PARA FORMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA EMULSIONADA EM AGUA	Material	L	0,010000	10,66	0,10
Insumo	00040271	SINA PI	LOCACAO DE APRUMADOR METALICO DE PILAR, COM ALTURA E ANGULO REGULAVEIS, EXTENSAO DE *1,50* A *2,80* M	Equipamento	UNXMES	0,196000	15,31	3,00
Insumo	00040275	SINA PI	LOCACAO DE VIGA SANDUICHE METALICA VAZADA PARA TRAVAMENTO DE PILARES, ALTURA DE *8* CM, LARGURA DE *6* CM E EXTENSAO DE 2 M	Equipamento	UNXMES	0,393000	16,00	6,28
Insumo	00040287	SINA PI	LOCACAO DE BARRA DE ANCORAGEM DE 0,80 A 1,20 M DE EXTENSAO, COM ROSCA DE 5/8",	Equipamento	MES	0,785000	5,89	4,62

			INCLUINDO PORCA E FLANGE						
Insumo	000403 04	SINA PI	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA DUPLA 17 X 27 (2 1/2 X 11)	Material	KG	0,01900 00	25,1 1	0,47	
				MO sem LS =>	28,10	LS =>	0,00	MO com LS =>	28,1 0
				Valor do BDI =>	0,00	Valor com	BDI =>	89,3 6	

1.2	Código	Banco	Descrição	Tipo	Und	Quant.	Valor Unit	Total
Composição	92762	SINA PI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	FUES - FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	KG	1,00000 00	10,0 3	10,0 3
Composição Auxiliar	88238	SINA PI	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,00640 00	21,2 8	0,13
Composição Auxiliar	88245	SINA PI	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,03920 00	25,7 8	1,01
Composição Auxiliar	92803	SINA PI	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 10,0 MM. AF_06/2022	FUES - FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	KG	1,00000 00	8,25	8,25
Insumo	000390 17	SINA PI	ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	Material	UN	0,54300 00	0,22	0,11
Insumo	000431 32	SINA PI	ARAME RECOZIDO 16 BWG, D = 1,65 MM (0,016 KG/M) OU 18 BWG, D = 1,25 MM (0,01 KG/M)	Material	KG	0,02500 00	21,5 9	0,53

MO sem LS => 1,03 LS => 0,00 MO com LS => 1,03

Valor do BDI => 0,00 Valor com BDI => 10,03

1.3	Código	Banco	Descrição	Tipo	Und	Quant.	Valor Unit	Total
Composição	92761	SINAPI	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	FUES - FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	KG	1,000000	11,29	11,29
Composição Auxiliar	88238	SINAPI	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,009200	21,28	0,19
Composição Auxiliar	88245	SINAPI	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,056100	25,78	1,44
Composição Auxiliar	92802	SINAPI	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8,0 MM. AF_06/2022	FUES - FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	KG	1,000000	8,97	8,97
Insumo	00039017	SINAPI	ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	Material	UN	0,743000	0,22	0,16
Insumo	00043132	SINAPI	ARAME RECOZIDO 16 BWG, D = 1,65 MM (0,016 KG/M) OU 18 BWG, D = 1,25 MM (0,01 KG/M)	Material	KG	0,025000	21,59	0,53

MO sem LS => 1,55 LS => 0,00 MO com LS => 1,55

Valor do BDI => 0,00 Valor com BDI => 11,29

1.4	Código	Banco	Descrição	Tipo	Und	Quant.	Valor Unit	Total	
Composição	103669	SINAPI	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPA, COM USO DE BALDES - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_02/2022	FUES - FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	m³	1,000000	948,73	948,73	
Composição Auxiliar	88262	SINAPI	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	2,459000	25,64	63,04	
Composição Auxiliar	88309	SINAPI	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	2,459000	25,99	63,90	
Composição Auxiliar	88316	SINAPI	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	7,377000	20,64	152,26	
Composição Auxiliar	90586	SINAPI	VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV - CHP DIURNO. AF_06/2015	CHOR - CUSTOS HORÁRIOS DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	CHP	1,042000	1,34	1,39	
Composição Auxiliar	90587	SINAPI	VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV - CHI DIURNO. AF_06/2015	CHOR - CUSTOS HORÁRIOS DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	CHI	1,417000	0,49	0,69	
Insumo	00038408	SINAPI	CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C25, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 190 +/- 20 MM, EXCLUI SERVIÇO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	Material	m³	1,103000	605,13	667,45	
				MO sem LS =>	201,25	LS =>	0,00	MO com LS =>	201,25
				Valor do	0,00		Valor com BDI =>	948,73	

BDI
=>

1.5	Código	Banco	Descrição	Tipo	Und	Quant.	Valor Unit	Total
Composição	103682	SINAPI	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=25 MPA, PARA QUALQUER TIPO DE LAJE COM BALDES EM EDIFICAÇÃO TÉRREA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_02/2022	FUES - FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	m³	1,000000	965,67	965,67
Composição Auxiliar	88262	SINAPI	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	1,190000	25,64	30,51
Composição Auxiliar	88309	SINAPI	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	3,571000	25,99	92,81
Composição Auxiliar	88316	SINAPI	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	8,407000	20,64	173,52
Composição Auxiliar	90586	SINAPI	VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV - CHP DIURNO. AF_06/2015	CHOR - CUSTOS HORÁRIOS DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	CHP	0,942000	1,34	1,26
Composição Auxiliar	90587	SINAPI	VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV - CHI DIURNO. AF_06/2015	CHOR - CUSTOS HORÁRIOS DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	CHI	0,249000	0,49	0,12
Insumo	00038408	SINAPI	CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C25, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 190 +/- 20 MM, EXCLUI SERVIÇO DE	Material	m³	1,103000	605,13	667,45

			BOMBEAMENTO (NBR 8953)						
				MO sem LS =>	213,20	LS =>	0,00	MO com LS =>	213, 20
				Valor do BDI =>	0,00		Valor com BDI =>		965, 67

2.1	Código	Banco	Descrição	Tipo	Und	Quant.	Valor Unit	Total
Composição	103328	SINAPI	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 9X19X19 CM (ESPESSURA 9 CM) E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_12/2021	PARE - PAREDES/PAINELIS	m²	1,000000	87,02	87,02
Composição Auxiliar	87292	SINAPI	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2019	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	m³	0,009100	632,90	5,75
Composição Auxiliar	88309	SINAPI	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	1,610000	25,99	41,84
Composição Auxiliar	88316	SINAPI	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,805000	20,64	16,61
Insumo	00007271	SINAPI	BLOCO CERAMICO / TIJOLO VAZADO PARA ALVENARIA DE VEDACAO, 8 FUIROS NA HORIZONTAL DE 9	Material	UN	28,310000	0,77	21,79

			X 19 X 19 CM (L X A X C)					
Insumo	00034557	SINA PI	TELA DE ACO SOLDADA GALVANIZADA/ZIN CADA PARA ALVENARIA, FIO D = *1,20 A 1,70* MM, MALHA 15 X 15 MM, (C X L) *50 X 7,5* CM	Material	M	0,42000000	1,97	0,82
Insumo	00037395	SINA PI	PINO DE ACO COM FURO, HASTE = 27 MM (ACAO DIRETA)	Material	CENT O	0,00500000	43,42	0,21

MO sem LS => 43,97 LS => 0,00 MO com LS => 43,97

Valor do BDI => 0,00 Valor com BDI => 87,02

3.1	Código	Banco	Descrição	Tipo	Und	Quant.	Valor Unit	Total
Composição	87879	SINA PI	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIAS E ESTRUTURAS DE CONCRETO INTERNAS, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO EM BETONEIRA 400L. AF_10/2022	REVE - REVESTIMENTO E TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES	m²	1,00000000	4,64	4,64
Composição Auxiliar	87313	SINA PI	ARGAMASSA TRAÇO 1:3 (EM VOLUME DE CIMENTO E AREIA GROSSA ÚMIDA) PARA CHAPISCO CONVENCIONAL, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2019	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	m³	0,00370000	639,51	2,36
Composição Auxiliar	88309	SINA PI	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,06810000	25,99	1,76
Composição Auxiliar	88316	SINA PI	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,02550000	20,64	0,52

MO sem LS =>	2,07	LS =>	0,00	MO com LS =>	2,07
Valor do BDI =>	0,00		Valor com BDI =>		4,64

3.2	Código	Banco	Descrição	Tipo	Und	Quant.	Valor Unit	Total
Composição	87529	SINAPI	MASSA ÚNICA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO, APLICADA MANUALMENTE EM PAREDES INTERNAS DE AMBIENTES COM ÁREA ENTRE 5M² E 10M², E = 17,5MM, COM TALISCAS. AF_03/2024	REVE - REVESTIMENTO E TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES	m²	1,000000	36,38	36,38
Composição Auxiliar	87292	SINAPI	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2019	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	m³	0,030400	632,90	19,24
Composição Auxiliar	88309	SINAPI	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,472400	25,99	12,27
Composição Auxiliar	88316	SINAPI	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,236200	20,64	4,87

MO sem LS =>	15,90	LS =>	0,00	MO com LS =>	15,90
Valor do BDI =>	0,00		Valor com BDI =>		36,38

4.1	Código	Banco	Descrição	Tipo	Und	Quant.	Valor Unit	Total
Composição	88485	SINAPI	FUNDO SELADOR ACRÍLICO, APLICAÇÃO MANUAL EM PAREDE, UMA DEMÃO. AF_04/2023	PINT - PINTURAS	m²	1,000000	4,03	4,03
Composição Auxiliar	88310	SINAPI	PINTOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,066600	27,49	1,83
Composição Auxiliar	88316	SINAPI	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,022200	20,64	0,45
Insumo	00006085	SINAPI	SELADOR ACRILICO OPACO PREMIUM INTERIOR/EXTERIOR	Material	L	0,166600	10,56	1,75

MO sem LS => 1,60 LS => 0,00 MO com LS => 1,60

Valor do BDI => 0,00 Valor com BDI => 4,03

4.2	Código	Banco	Descrição	Tipo	Und	Quant.	Valor Unit	Total
Composição	88497	SINAPI	EMASSAMENTO COM MASSA LÁTEX, APLICAÇÃO EM PAREDE, DUAS DEMÃOS, LIXAMENTO MANUAL. AF_04/2023	PINT - PINTURAS	m²	1,000000	15,51	15,51
Composição Auxiliar	88310	SINAPI	PINTOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,361000	27,49	9,92
Composição Auxiliar	88316	SINAPI	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,120300	20,64	2,48
Insumo	00003767	SINAPI	LIXA EM FOLHA PARA PAREDE OU MADEIRA, NUMERO 120, COR VERMELHA	Material	UN	0,080200	0,77	0,06

Insumo	000436 26	SINA PI	MASSA CORRIDA PARA SUPERFICIES DE AMBIENTES INTERNOS	Material	KG	1,33890 00	2,28	3,05
--------	--------------	------------	--	----------	----	---------------	------	------

MO sem LS =>	8,72	LS =>	0,00	MO com LS =>	8,72
Valor do BDI =>	0,00		Valor com BDI =>	15,5 1	

4.3	Código	Banco	Descrição	Tipo	Und	Quant.	Valor Unit	Total	
Composição	88489	SINAPI	PINTURA LÁTEX ACRÍLICA PREMIUM, APLICAÇÃO MANUAL EM PAREDES, DUAS DEMÃOS. AF_04/2023	PINT - PINTURAS	m²	1,0000000	11,76	11,76	
Composição Auxiliar	88310	SINAPI	PINTOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,1631000	27,49	4,48	
Composição Auxiliar	88316	SINAPI	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,0544000	20,64	1,12	
Insumo	00007356	SINAPI	TINTA LATEX ACRILICA PREMIUM, COR BRANCO FOSCO	Material	L	0,2285000	26,99	6,16	
				MO sem LS =>	3,93	LS =>	0,00	MO com LS =>	3,93
				Valor do BDI =>	0,00		Valor com BDI =>	11,76	

Obra

**ALVENARIA DE TIJOLO
SOLO-CIMENTO**

Bancos

**SINAPI -
06/2024 -
Piauí**

B.D.I.

0,0%

**Encargos
Sociais
Não
Desonerado**

Orçamento Sintético

Item	Código	Banco	Descrição	Und	Quant.	Valor Unit	Total	Peso (%)
1			Estrutura				13,17	5,61 %
1.1	89998	SINAPI	ARMAÇÃO DE CINTA DE ALVENARIA ESTRUTURAL; DIÂMETRO DE 10,0 MM. AF_09/2021	KG	0,218	9,16	1,99	0,85 %
1.2	89996	SINAPI	ARMAÇÃO VERTICAL DE ALVENARIA ESTRUTURAL; DIÂMETRO DE 10,0 MM. AF_09/2021	KG	0,155	9,67	1,49	0,63 %
1.3	89993	SINAPI	GRAUTEAMENTO VERTICAL EM ALVENARIA ESTRUTURAL. AF_09/2021	m³	0,006	1.220,52	7,32	3,12 %
1.4	89995	SINAPI	GRAUTEAMENTO DE CINTA SUPERIOR OU DE VERGA EM ALVENARIA ESTRUTURAL. AF_09/2021	m³	0,002	1.185,44	2,37	1,01 %
2			Vedação				169,98	72,39 %
2.1	CP-01	Próprio	ALVENARIA EM TIJOLO ECOLOGICO DE SOLO-CIMENTO,MEDINDO APROXIMADAMENTE (12,5X25X7)CM, EM PAREDES DE 12,5CM, INCLUSIVE ARGAMASSA POLIMÉRIC COLANTE E REJUNTE.	m²	1	169,98	169,98	72,39 %
3			Acabamento				51,66	22,00 %
3.1	CP-03	Próprio	VERNIZ ACRÍLICO - ALVENARIA APARENTE	m²	2	25,83	51,66	22,00 %

Total sem BDI	234,81
Total do BDI	0,00
Total Geral	234,81

Composições Analíticas com Preço Unitário

Composições Principais

1.1	Código	Banco	Descrição	Tipo	Und	Quant.	Valor Unit	Total
Composição	89998	SINAPI	ARMAÇÃO DE CINTA DE ALVENARIA ESTRUTURAL; DIÂMETRO DE 10,0 MM. AF_09/2021	FUES - FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	KG	1,0000000	9,16	9,16
Composição Auxiliar	88238	SINAPI	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,0325000	21,28	0,69

Composição Auxiliar	88245	SINA PI	COMPLEMENTARES ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,0488000	25,78	1,25
Insumo	00000034	SINA PI	ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO	Material	KG	1,0000000	7,22	7,22

MO sem LS => 1,42 LS => 0,00 MO com LS => 1,42
 Valor do BDI => 0,00 Valor com BDI => 9,16

1.2	Código	Banco	Descrição	Tipo	Unid	Quant.	Valor Unit	Total
Composição	89996	SINA PI	ARMAÇÃO VERTICAL DE ALVENARIA ESTRUTURAL; DIÂMETRO DE 10,0 MM. AF_09/2021	FUES - FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	KG	1,0000000	9,67	9,67
Composição Auxiliar	88238	SINA PI	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,0410000	21,28	0,87
Composição Auxiliar	88245	SINA PI	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,0615000	25,78	1,58
Insumo	00000034	SINA PI	ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO	Material	KG	1,0000000	7,22	7,22

MO sem LS => 1,78 LS => 0,00 MO com LS => 1,78
 Valor do BDI => 0,00 Valor com BDI => 9,67

1.3	Código	Banco	Descrição	Tipo	Unid	Quant.	Valor Unit	Total
Composição	89993	SINA PI	GRAUTEAMENTO VERTICAL EM ALVENARIA ESTRUTURAL. AF_09/2021	FUES - FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	m³	1,0000000	1.220,52	1.220,52
Composição Auxiliar	88309	SINA PI	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	8,2973000	25,99	215,64
Composição Auxiliar	88316	SINA PI	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	5,5315000	20,64	114,17

Composição Auxiliar	90279	SINA PI	GRAUTE FGK=20 MPA; TRAÇO 1:0,04:1,8:2,1 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ CAL/ AREIA GROSSA/ BRITA 0) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_09/2021	FUES - FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	m³	1,2030000	740,41	890,71
				MO sem LS => Valor do BDI =>	331,93	LS => 0,00	MO com LS => Valor com BDI =>	331,93 1.220,52

1.4	Código	Banco	Descrição	Tipo	Unid	Quant.	Valor Unit	Total
Composição	89995	SINA PI	GRAUTEAMENTO DE CINTA SUPERIOR OU DE VERGA EM ALVENARIA ESTRUTURAL. AF_09/2021	FUES - FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	m³	1,0000000	1.185,44	1.185,44
Composição Auxiliar	88309	SINA PI	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	7,4148000	25,99	192,71
Composição Auxiliar	88316	SINA PI	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	4,9432000	20,64	102,02
Composição Auxiliar	90279	SINA PI	GRAUTE FGK=20 MPA; TRAÇO 1:0,04:1,8:2,1 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ CAL/ AREIA GROSSA/ BRITA 0) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_09/2021	FUES - FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS	m³	1,2030000	740,41	890,71
				MO sem LS => Valor do BDI =>	306,24	LS => 0,00	MO com LS => Valor com BDI =>	306,24 1.185,44

2.1	Código	Banco	Descrição	Tipo	Unid	Quant.	Valor Unit	Total
Composição	CP-01	Próprio	ALVENARIA EM TIJOLO ECOLOGICO DE SOLO-	PARE - PAREDES/PAINÉIS	m²	1,0000000	169,98	169,98

			CIMENTO, MEDIDA APROXIMADAMENTE (12,5X25X7)CM, EM PAREDES DE 12,5CM, INCLUSIVE ARGAMASSA POLIMÉRICA COLANTE E REJUNTE.					
Insumo	CP-01	Próprio	ARGAMASSA BIOMASSA P/ ASSENTAMENTO DE BLOCOS E TIJOLOS-3KG	Material	UN	0,5500000	28,90	15,89
Insumo	00001380	SINAPI	CIMENTO BRANCO NAO ESTRUTURAL (CPB - NAO ESTRUTURAL)	Material	KG	1,6000000	6,62	10,59
Insumo	00005327	SINAPI	PIGMENTO EM PO PARA ARGAMASSAS, CIMENTOS E OUTROS	Material	KG	0,3000000	36,16	10,84
Insumo	00044396	SINAPI	COLA BRANCA BASE PVA	Material	KG	0,3000000	41,12	12,33
Insumo	00004750	SINAPI	PEDREIRO (HORISTA)	Mão de Obra	H	0,9210000	19,09	17,58
Insumo	00006127	SINAPI	AUXILIAR DE PEDREIRO (HORISTA)	Mão de Obra	H	0,4610000	14,65	6,75
Insumo	IN-01	Próprio	TIJOLO ECOLOGICO PADRAO 2 FUIROS, SOLO-CIMENTO, NA DIMENSAO APROXIMADA DE (12,5X25X7)CM	Material	UN	64,0000000	1,50	96,00

MO sem LS => 24,33 0,00 MO com LS => 24,33
 Valor do BDI => 0,00 Valor com BDI => 169,98

3.1	Código	Banco	Descrição	Tipo	Unid	Quant.	Valor Unit	Total
Composição	CP-03	Próprio	VERNIZ ACRÍLICO - ALVENARIA APARENTE	PINT - PINTURAS	m²	1,0000000	25,83	25,83

Composição Auxiliar	88310	SINA PI	PINTOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,5400000	27,49	14,84	
Composição Auxiliar	88316	SINA PI	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SEDI - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,2700000	20,64	5,57	
Insumo	CP-02	Próprio	Verniz Acrílico para Tijolos e Pedras Exterior e Interior Brilhante Incolor 18L - Coral	Material	UN	0,0146667	369,90	5,42	
				MO sem LS =>	14,34	LS =>	0,00	MO com LS =>	14,34
				Valor do BDI =>	0,00	Valor com BDI =>			25,83