



TÍTULO: SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: RESIDÊNCIA POPULAR SUSTENTÁVEL

Autores: Larissa Andriele Franco; Marisa Menezes dos Santos

Orientador: Prof. M.a Candida Maria Costa Baptista

Universidade São Francisco

larissa.andriele@mail.usf.edu.br; marisa.santos@mail.usf.edu.br

Aluno do Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Bragança Paulista
Professor Orientador Prof. M.a Cândida Maria Costa Baptista, Curso de Engenharia Civil,
Universidade São Francisco; Campus Bragança Paulista.

Resumo. A construção civil é uma das principais fontes de descarte de materiais e insumos, sendo assim é um dos ramos menos sustentáveis, e com isso surgiu a necessidade de mudança de atitude em relação aos projetos. Este trabalho propõe um comparativo ecológico e financeiro entre um projeto de uma residência com métodos e técnicas convencionais e a mesma residência com métodos e técnicas sustentáveis. O projeto da residência em estudo tem 53,9m², uma casa consideravelmente pequena que traz mais um desafio para esse estudo: fazer uma casa sustentável e de baixo custo, uma casa popular. São atitudes por meio desses métodos e técnicas que contribuirão para um crescimento ecológico com relação ao meio ambiente, trazendo inúmeros benefícios a toda sociedade.

Palavras-chave: construção. Métodos sustentáveis. Tijolo ecológico. Cimento ecológico. Obras. Alternativas.

Abstract. Civil construction is one of the main sources of disposal of materials and inputs, so it is one of the least sustainable branches, and with that came the need for a change in attitude towards projects. This work proposes an ecological and financial comparison between a project of a residence with conventional methods and techniques and the same residence with sustainable methods and techniques. The project of the residence under study has 53.9 square meters, a considerably small house that brings another challenge to this study: to make a sustainable and low-cost house, a popular house. These methods and techniques have contributed to ecological growth in relation to the environment, bringing countless benefits to society.

Palavras-chave: construction. sustainable methods. ecological brick. ecological cement. Works. alternatives.

Introdução

Devido ao aumento crescente da população, foi necessário começar a pensar em medidas para que o planeta não sofresse consequências irreversíveis devido à alta demanda de matéria prima para suprir o mundo. Houveram diversos eventos para discutir o assunto, sendo o primeiro deles o Clube de Roma, segundo Lima (2012) passaram se quatro anos e dois cientistas americanos Dennis Meadows e Donella Meadows e o norueguês Jorgen Randers se uniram ao Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) e utilizam a informática para simular

a interação homem meio ambiente, e tiveram a 15 resposta que os recursos naturais se esgotaram em menos de 100 anos se o consumo da população continuasse o mesmo. (LIMA, 2012)

Outros eventos que seguiram o mesmo intuito foi a Convenção de Estocolmo, que no auge da guerra fria em 1972 reuniu 113 países em Estocolmo para a Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento e Meio Ambiente Humano (Ribeiro, 2001). Também aconteceu o Relatório Brundtland, que não foi um evento mas sim um artigo postado em 1987 pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas (1988), que deu origem às ODS (Objetivos de desenvolvimento sustentável):

1. Abolir a pobreza de todas as maneiras e de qualquer lugar;
2. Erradicar com a fome, garantir a agronomia sustentável para todos e deixar sempre segurança alimentar e melhoria nutricional;
3. Garantir qualidade de vida e assegurar bem-estar para todos e todas as faixas etárias;
4. Possibilitar e garantir educação inclusiva, isenta e de qualidade, garantir oportunidades de conhecimento ao longo da vida;
5. Fazer com que mulheres não “sofram” mais por desrespeito por serem mulheres, que sejam elevados os quesitos de igualdade de gênero;
6. Água potável e saneamento básico de maneira que chegue a todas as populações;
7. Uso e acesso para utilização de energias renováveis, honesta e de baixo custo para a população;
8. Oportunizar o desenvolvimento econômico de maneira inclusiva e sustentável, produtividade e emprego digno para todos;
9. Aumento das indústrias;
10. Diminuir a desigualdade dentro do próprio do país;
11. Tornar dentro das próprias cidades um lugar mais sustentáveis e seguras;
12. Garantir o reuso e consumo de maneiras sustentáveis;

13. Assegurar maneiras de combater as mudanças climáticas e seus efeitos;
14. Preservar mares e oceanos e incentivar o uso dessas águas e recursos de maneiras e modos mais sustentáveis;
15. Defender todos os recursos do ecossistema terrestre, em especial florestas;
16. Sempre prezar pela justiça de maneira sólida, para que ela sempre seja feita;
17. Fortalecimento das parcerias mundial para revitalização para um futuro mais sustentáveis;

É importante mencionar a Eco-92 ou Rio-92 que ocorreu no Rio de Janeiro em 1992 onde foi assinado também um documento de suma importância, a Agenda 21, plano de ações e metas para o melhoramento das circunstâncias ambientais do mundo. (IGNACIO, 2020)

Da mesma forma, ocorreu o Protocolo de Kyoto em 1997, que refere-se a um tratado mundial, onde seu objetivo principal é sugerir novas metas, em sobretudo, aos países desenvolvidos, com a finalidade de compreender as emissões de gases de efeito estufa (DECICINO, 2010), o Acordo de Paris que teve como meta preservar a temperatura do planeta menor que 2 °C (MEIRELES, 2020) e as conferências RIO +10 e RIO +20 que além de tratar de assuntos sobre a sustentabilidade, levaram questões sociais para pauta. (SCHARF, 2012)

O mercado da construção civil está em constante crescimento “esse segmento é responsável por causar significativos impactos ambientais por consumo e descarte de bens naturais ou manufaturados, degradação e poluição” (SAKR et al., 2010), e é um dos mercados mais importantes para o desenvolvimento social e econômico, porém ao mesmo tempo seu impacto ambiental é muito grande, o que coloca o setor em um atraso em relação a outros no quesito responsabilidade socioambiental. Portanto o mercado da construção civil precisa correr atrás do tempo perdido.

A implementação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) por uma empresa, entende-se por atividades administrativas e operacionais realizadas com o intuito de abordar problemas ambientais e reduzir o impacto ambiental, pode gerar diversos benefícios para as empresas como organização dos recursos naturais, conscientização ambiental dos funcionários e monitoramento de atividades. Já existem modelos prontos de SGA, porém a empresa pode criar um próprio. (VECHI et al, 2015).

O presente artigo busca abordar e compreender a utilização de métodos construtivos sustentáveis na prática e comparar os resultados finais em relação a uma construção convencional. E demonstrar que a sustentabilidade na construção pode ser financeiramente

viável, pois acredita-se que quanto mais a população conhece sobre um assunto mais ele é utilizado.

Material e Métodos

Ao decorrer dos anos estão sendo cada vez mais questionados os princípios das construções, estão sendo desenvolvidas técnicas e sendo também feitas reformulações de métodos já existentes. Não se trata somente de custo benefício ou vantagens a longo prazo, é necessário novas técnicas revolucionárias para o futuro do nosso planeta. Muitas das opções já existentes chegam a ser melhores que as convencionais. Devido a construção civil ser um dos ramos com maiores impactos ambientais, soltando uma enorme quantidade de poluentes e grandes impactos na utilização de materiais da natureza, gerando uma grande quantidade de resíduos sólidos.

Um dos materiais mais poluentes da construção civil é o cimento, e como opção temos o cimento ecológico. O cimento é feito em fornos de altíssimas temperaturas, tornando o material mais granulado e mais firme, este processo recebe o nome de clínquer onde na sequência é feito a junção com o material gipsita (gesso) para se tornar o cimento. Para a obtenção do clínquer é necessário um consumo muito grande de energia elétrica e térmica e com isso acaba se tornando a etapa mais poluente do processo, pois a produção do clínquer emite uma enorme quantidade de dióxido de carbono e ainda a queima de combustível fóssil.

Já para a produção do cimento ecológico a utilização do clínquer diminui consideravelmente pois é utilizado escória granulada de alto forno, um tipo de resíduo gerado por indústrias siderúrgicas, termelétricas e também da fundição e de carvão vegetal, com isso temos uma diferença considerável em relação a emissão de CO² e também um impacto importante em relação ao consumo de energia elétrica (ECOTAP, 2019). Entre as opções ecológicas disponíveis no mercado, a que mais se destaca é a CP III (Portland de alto forno).

Já o tijolo ecológico é utilizado pois no processo de fabricação os tijolos não são queimados assim como os convencionais, o que tira a necessidade do desmatamento de árvores e também a emissão de gases poluentes na atmosfera, além de diminuir o desperdício nas obras.

A aplicação de tijolo ecológico ainda não é um tema conhecido pelo público geral, o que se torna uma desvantagem, além da necessidade de cuidados específicos para evitar patologias, como fissuras, desgaste e umidade através das paredes que gera a necessidade do cuidado maior com a impermeabilização da alvenaria. O tijolo ecológico absorve mais umidade

do que o tijolo convencional, precisando de mais impermeabilização, como ratifica Kleindienst (2016).

O uso dos tijolos ecológicos pode movimentar as vantagens posteriores, levando em consideração vários aspectos: Diminuição da procura energética; exploração de vários resíduos; criação de possibilidades locais; contribuição para a habitação população geral; avanço da produtividade; praticidade de execução; e diminuição de resíduos construtivos. Assim como as desvantagens do tijolo ecológico são parecidas com as de um tijolo convencional tratando da incerteza por parte dos utilizadores; parâmetro de custo; extravio de matérias-primas que poderiam ser utilizadas em outras áreas; improbabilidade do uso em paredes de contravento.

Em relação à fonte de energia, as energias renováveis são resultados de recursos renováveis, isto é, são infinitas, como a energia da água, do sol, do vento, da biomassa. As fontes destas energias se regeneram automaticamente, ou seja, são renovadas sozinhas ou por consequência da ação humana de maneira adequada. A rápida “extinção” de certas fontes de energia, sobretudo a energia fóssil, com a desenfreada do uso do combustível, a degradação do meio ambiente, são uns dos principais motivos que “obrigaram” a humanidade a ir atrás de novas opções de energias mais sustentáveis.

No Brasil cerca de 83% da matriz elétrica vem de fontes renováveis (BEN, 2021), levando isso em consideração a fonte de energia da residência de estudo é considerada também sustentável.

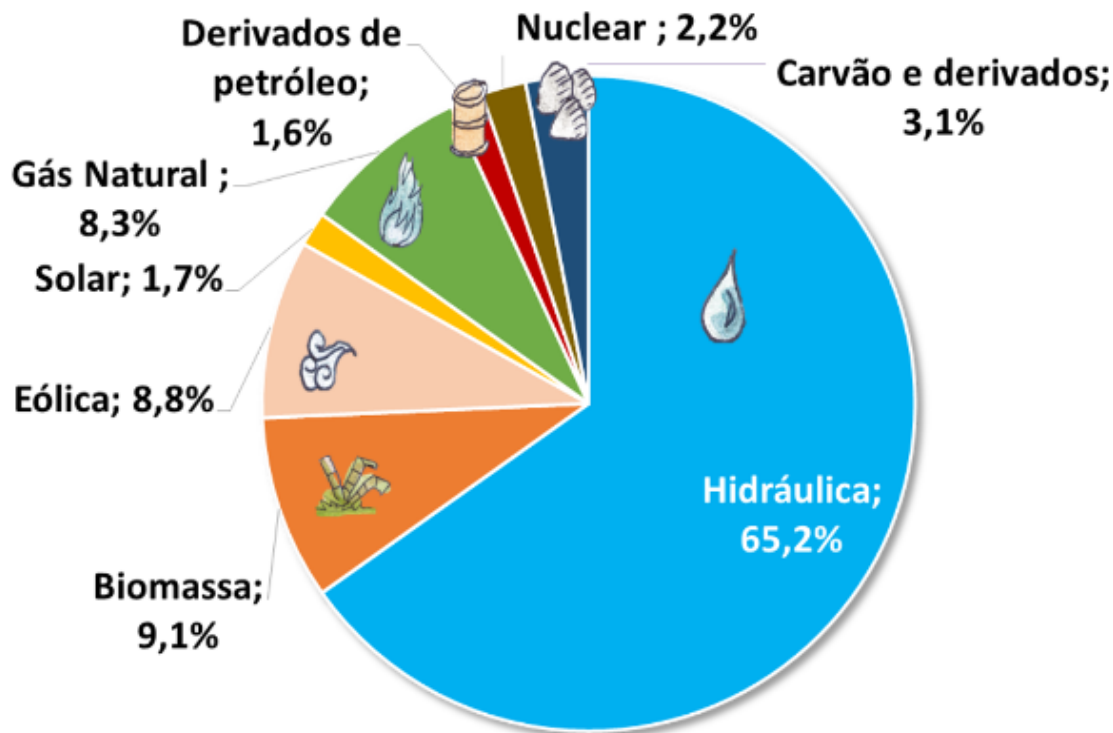


Figura 1 – Foto Matriz Elétrica Brasileira 2020 (Fonte: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>).

Por fim, o reuso de água é caracterizado quando é concedida uma nova finalidade a este recurso após sua primeira utilização, ou seja, é utilizado em uma função real ao invés de apenas ir para o esgoto ou rede pluvial. Acredita-se que a água da chuva junto com o degelo são as fontes mais importantes de água potável no mundo, portanto o reuso da água da chuva é um fator muito importante, tão importante que em 1997 foi aprovada uma Lei com diretrizes e implementando o Plano de Recursos Hídricos além da cobrança pelo uso das águas (Lei nº 9.433).

Uma mini cisterna pode ser feita por tambores direcionados diretamente nas calhas da casa para captação da água da chuva. A água da chuva, deste modo é direcionada para um filtro que faz a separação de resíduos e impurezas tais como galhos e folhas. Uma mini cisterna geralmente tem a capacidade de 240 litros e para facilitar o uso o ideal é que tenha uma torneira na parte inferior para a retirada desta água captada. Este tipo de cisterna é ideal para imóveis pequenos.

A água acumulada tem de ser empregada para afazeres domésticos, como por exemplo irrigação de plantas e hortas, descargas sanitárias, lavagem de automóveis e lavagem externas.



Figura 2 – Foto de uma minicisterna para reuso da captação de água da chuva através de calhas. (Fonte: <https://imagens-revista-pro.vivadecora.com.br/uploads/2021/05/A-minicisterna-tamb%C3%A9m-supre-a-necessidade-daquelles-que-moram-em-im%C3%B3veis-pequenos.-Fonte-Catraca-Livre.jpg>).

As residências sustentáveis estão cada vez mais sendo buscadas principalmente pelo menor tempo gasto com uma obra. Levando em consideração todas as suas vantagens, as residências sustentáveis vem ganhando espaço no Brasil e no mundo. São diversos métodos que podem ser utilizados, trazendo benefícios ao planeta e a longo ou curto prazo ao morador. Podem ser utilizados métodos em edifícios de grande ou pequeno porte.

As vantagens de uma residência sustentável, vai muito além do que se é visto por fora. As vantagens estão ligadas a qualidade de vida, ao conforto e bem estar que a mesma proporciona. Suas principais vantagens são colaboração com a natureza (meio ambiente); economia de energia; isolamento térmico; obras mais rápidas; e reutilização de água.



Em suas desvantagens se destaca a principal desvantagem que é o custo de maneira geral, pois envolve profissionais qualificados para cada etapa da obra já que utiliza-se a maior parte de materiais naturais e certificados. Mas, pode-se considerar um investimento futuro, devido às economias geradas a longo tempo em relação à economia gerada por energia elétrica e nas contas de água.

A residência sustentável é um agrupamento de meios que causam menos impactos ambientais desde o início da construção até anos e anos depois. (BONATTI, 2017).

No Brasil, um dos recursos de gestão pública que proporcionou e motivou tantas mudanças, destinou-se pelo plano diretor de 1988, leis que tratam de diminuir desigualdades das comunidades em várias áreas urbanas, causar progresso na cidade e gerar conforto à população, permissão para o município tomar conta dos solos de maneira integrada e promissora, aborda também políticas públicas em relação ao meio ambiente, patrimônio, regularização urbanística, saneamento, tributos fiscais e sugere instruções sobre organização de áreas do município, sendo capaz de se designar a setores como comércio e indústrias que tragam melhorias à comunidade local.

A visão de construção sustentável é que sejam feitos nos princípios ambientais estabelecidos, e de sustentabilidade. Objetivando a maior diminuição possível dos impactos ambientais, utilizando de maneira correta todos os recursos que o meio ambiente oferece de maneira conscientizada. No ranking mundial de construções sustentáveis com títulos LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), o Brasil ocupa a quarta posição, dado que chama bastante atenção. (SILVA, 2017).

Muito se fala em residências de alto padrão sustentável, mas como se vive em uma realidade onde a classe mais baixa não se vê sobre o assunto, há se a necessidade de mostrar como uma residência popular pode sim ser sustentável, de maneira com que a longo prazo isso trará benefícios a todo mundo.

Existem inúmeras técnicas e diversos tipos de materiais que estão no mercado da construção civil como alternativas de meios sustentáveis. Dentre eles temos o tijolo ecológico, cimento ecológico, tubos em PEAD e PPR.

Utilizou-se então métodos, técnicas e materiais sustentáveis para a integração de uma residência popular sustentável. Com isso, espera-se levar o termo "residência sustentável" até mesmo para a classe mais baixa, deve-se também atentar às normas, especificações dos materiais e a mão de obra qualificada.

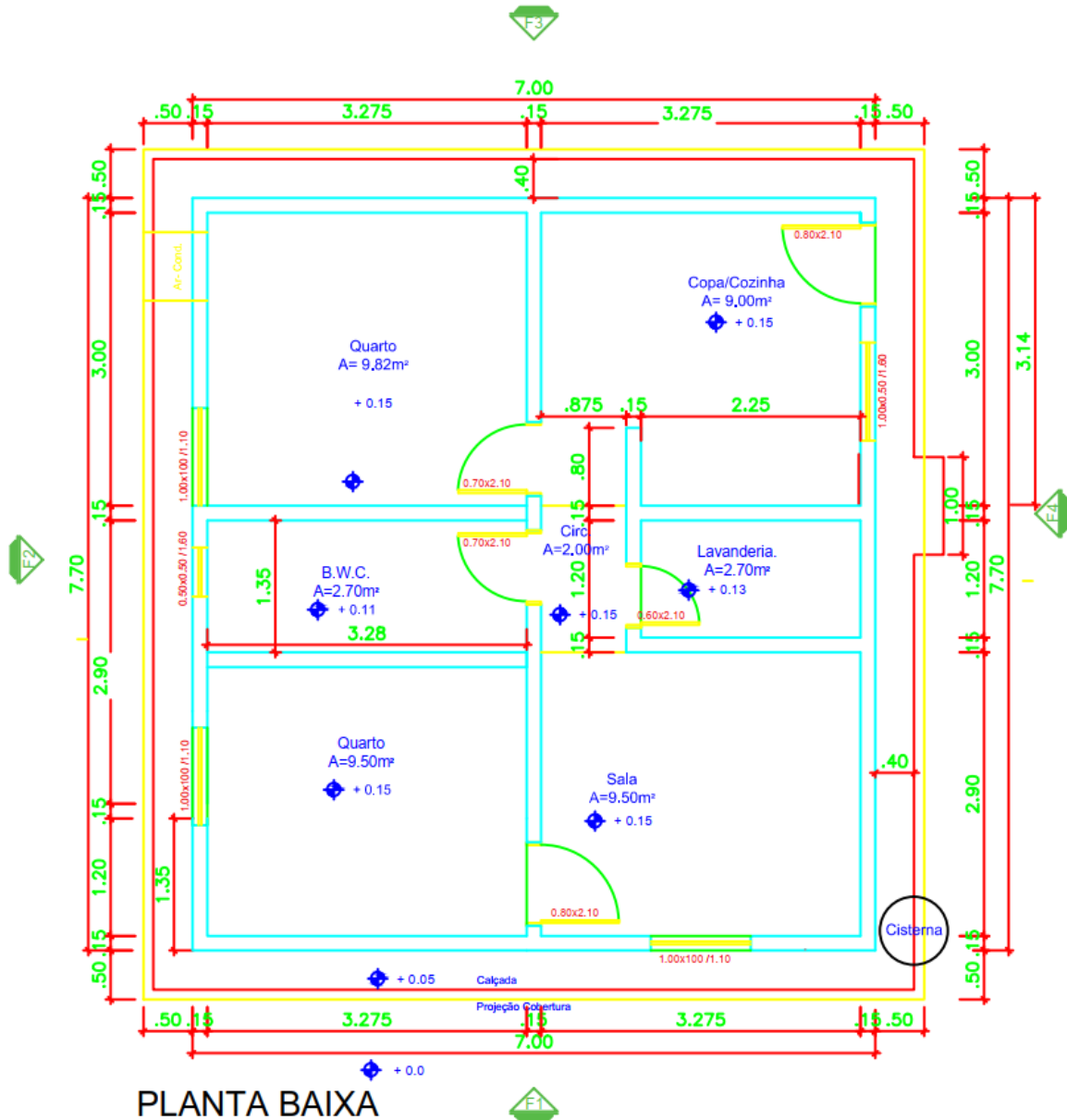


Através de um projeto residencial, levantamentos de insumos e materiais e pesquisa de orçamento, busca-se tratar de valores e benefícios a longo prazo previstos para uma residência popular. Entende-se que todos os procedimentos básicos para implementação da proposta estão inclusos nas normas e técnicas.

Resultados e Discussão

Resultados esperados para uma residência popular com comparativos de alguns materiais convencionais e sustentáveis. Sendo eles o cimento convencional e cimento ecológico, bloco de concreto e tijolo ecológicos, implantação de mini cisterna e painéis fotovoltaicos.

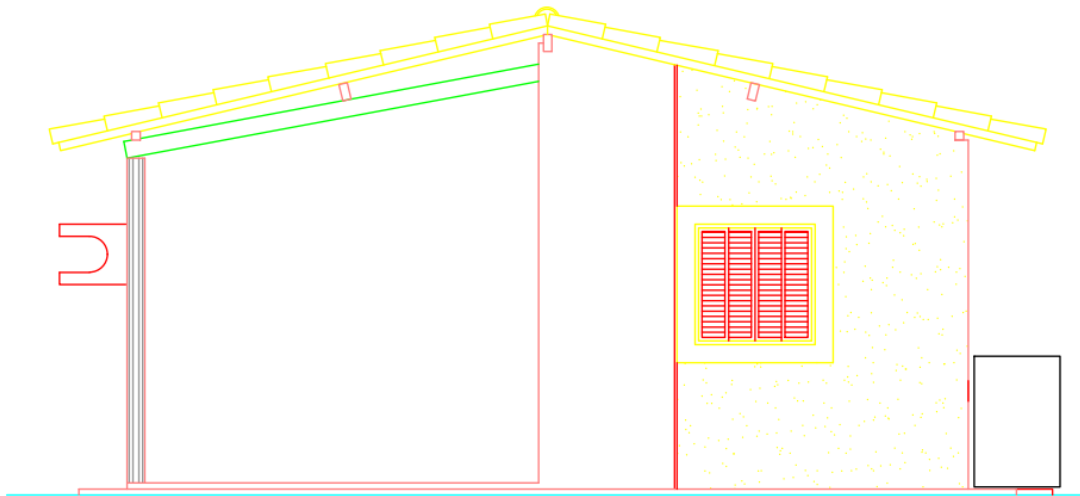
O primeiro passo para dar início aos estudos propostos é o projeto da residência com o auxílio do programa autocad para utilizar como base para as comparações.



PLANTA BAIXA

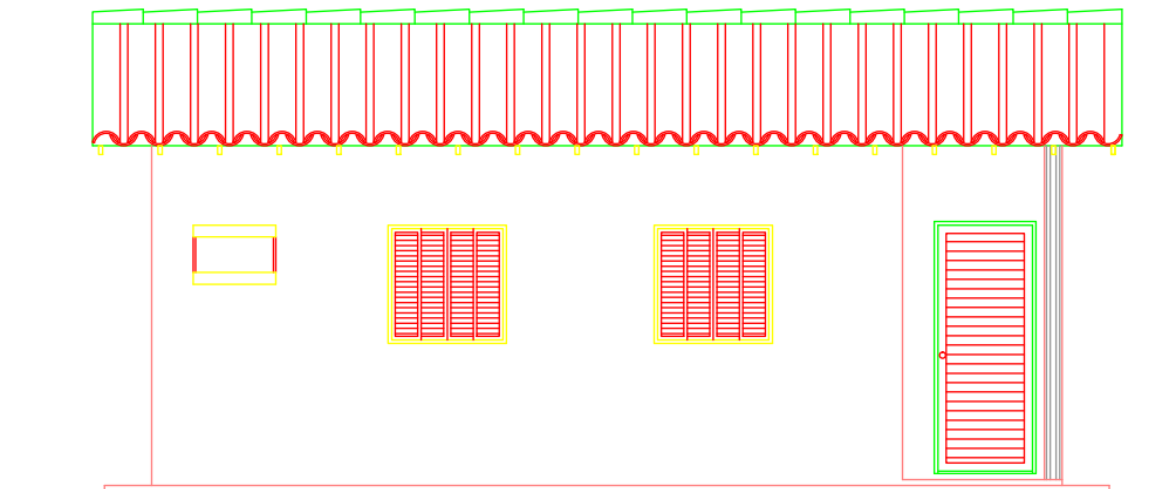
Figura 3 - Planta Baixa Residência. Fonte: próprio autor

A partir da planta foram desenhadas as fachadas da residência numeradas de 1 a 4 e suas posições foram indicadas no desenho da planta.



FACHADA 01

Figura 4 - Fachada 1 Residência. Fonte: próprio autor



FACHADA 02

Figura 5 - Fachada 2 Residência. Fonte: próprio autor

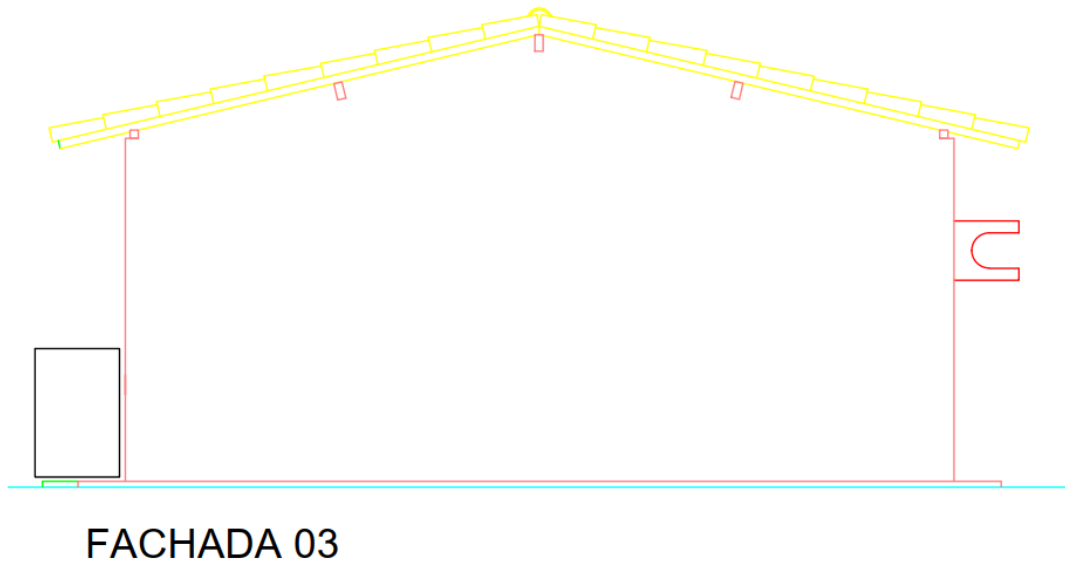


Figura 6 - Fachada 3 Residência. Fonte: próprio autor

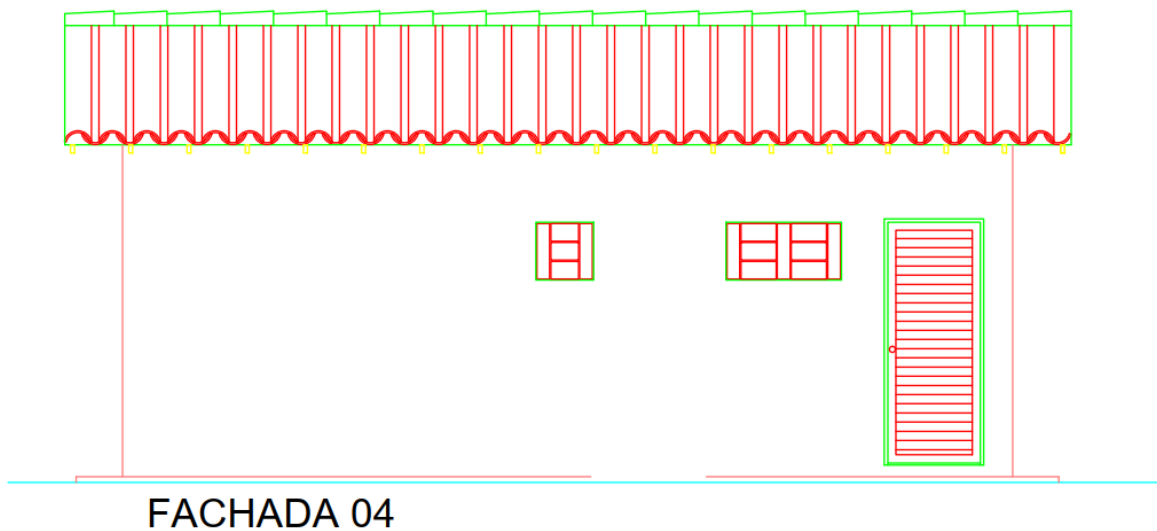


Figura 7 - Fachada 4 Residência. Fonte: próprio autor

Com a planta pronta o próximo passo a seguir é o cálculo de materiais com o auxílio do programa excel, as tabelas iniciais são utilizadas para o cálculo tanto na residência convencional quanto na sustentável.

A tabela 1 é referente ao cálculo do comprimento total das paredes em relação à altura do pé direito, para assim conseguir a área bruta das paredes.

Tabela 1 - Área bruta de paredes total

| | |
|--|---------------|
| AB TÉRREO = Área Bruta de paredes total | |
| Comprimento total das paredes [m] | 47,55 |
| Pé Direito Térreo[m] | 2,8 |
| AB [m2] | 133,14 |

Fonte: Próprio autor

Já a tabela 2 inclui o cálculo dos vãos das portas e janelas.

Tabela 2 - Área dos vãos

| Área dos vãos à descontar | | | | | |
|----------------------------------|-----|-----|---------------|---|--------------|
| ESQ | L | H | A bruta unit. | Q | V MAT |
| E1 | 1 | 0,5 | 0,5 | 1 | 0,5 |
| E2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| E3 | 0,5 | 0,5 | 0,25 | 1 | 0,25 |
| P1 | 0,8 | 2,1 | 1,68 | 2 | 3,36 |
| P2 | 0,6 | 2,1 | 1,26 | 1 | 1,26 |
| P3 | 0,7 | 2,1 | 1,47 | 2 | 2,94 |
| Total de desconto nas áreas [m2] | | | | | 11,31 |

Fonte: Próprio autor

Com as áreas dos vãos calculadas, o passo seguinte é fazer a subtração da área dos vãos da área bruta.

Tabela 3 - Desconto de vãos de janelas e portas

| Q = Quantidade [m2] | AB | V MAT | Q MAT |
|----------------------------|--------|-------|---------------|
| MAT | 133,14 | 11,31 | 121,83 |

Fonte: Próprio autor

A partir dos cálculos preliminares prontos, começam os cálculos de materiais para cada casa (a convencional e a sustentável).

Nas Tabelas 4 e 5 foi utilizado o aprendizado de como calcular o consumo dos materiais na matéria GERENCIAMENTO E PLANEJAMENTO DAS CONSTRUÇÕES do nono semestre realizada pela professora Renata Lima Moretto.

Tabela 4 - Cálculo de consumo alvenaria estrutural

| Item | Componentes | Consumo |
|------|--|---------|
| 1 | Cimento CPIIe | 1,66 |
| 2 | Cal hidratada | 0,42 |
| 3 | Areia lavada média | 0,0111 |
| 4 | Bloco de concreto tipo vedação: 15X19X30cm | 13,13 |

Fonte: Próprio autor

Tabela 5 - Consumo tijolo ecológico e cimento ecológico

| TIJOLO 25X12X7 | | ARGAMASSA | | | |
|-------------------|-------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------|
| | | M ³ DE ARGAMASSA | M ² DE ALVENARIA | | |
| TIJOLO INTEIRO | | | | | |
| 60 | 7310 | 1 | 100 | 1,2183 | 121,83 |
| MEIO TIJOLO | | 0,07 | | CIMENTO (KG) | |
| PAREDE DE TOPO | 10 | | 183,63 | 223,716429 | |
| 40 | 400 | | | CAL HIDRATADA (KG) | |
| PORTA | 21 | | 193,7 | 235,98471 | |
| JANELA | 8 | | | AREIA MÉDIA (M ³) | |
| PORTA + JANELA | 29 | 415 | 1,29 | 1,571607 | |
| TOTAL MEIO TIJOLO | | 815 | | | |
| CANALETAS | 190,2 | 4 | | | |
| PORTAS | 6,6 | 21,6 | | | |
| JANELAS | 7,5 | 86,4 | | | |
| TOTAL CANALETAS | | 277 | | | |
| TIJOLO | 7310 | | | | |
| MEIO TIJOLO | 815 | | | | |
| CANALETA | 277 | | | | |

Fonte: Próprio autor

Comparação ecológica

A quantidade da emissão de CO² no meio ambiente da produção de um material é um indicativo de quão poluente ele é, o tijolo ecológico por não passar pelo processo de queima

não tem valores significativos de CO², já o bloco de concreto utilizado na alvenaria estrutural tem uma emissão significativa de CO². Assim como o cimento convencional em relação ao sustentável, segue tabela de indicativo da emissão de CO² por material.

Tabela 6 - Emissão de CO² por materiais convencionais

| EMIÇÃO DE CO² POR MATERIAL | | |
|--|---------------------------------------|-----------------|
| MATERIAL | KG CO ² /M ³ | TOTAL |
| BLOCO DE CONCRETO | 3,26 | 397,17 |
| CIMENTO | 145,56 | 17733,57 |
| TOTAL (KG) | | 18130,74 |

Fonte: Próprio autor

A utilização de cisternas para fazer a reutilização da água é um método sustentável para auxiliar na economia de água.

Comparação custo benefício

Para conseguir fazer o comparativo de custo benefício entre os materiais convencionais e os materiais ecológicos é necessário fazer o orçamento de cada material e o consumo necessário para a obra. A parte do consumo foi feita nos itens acima, portanto segue tabela dos orçamentos.

Orçamento materiais convencionais

Tabela 7 - Valor módulo x valor unitário

| Item | Módulo | | Preço Módulo | Preço Unitário |
|---|--------|----------------|-----------------|-------------------|
| Cimento CPIIe | 50 | saco [kg] | R\$ 28,60 | R\$ 0,57 |
| Cal hidratada | 20 | saco [kg] | R\$ 14,00 | R\$ 0,70 |
| Areia lavada média | 1 | m ³ | R\$ 114,84 | R\$ 114,84 |
| Bloco de concreto tipo vedação: 11,5X19X30cm | 1000 | milheiro | R\$ 2.090,00 | R\$ 2,09 |

Fonte: Próprio autor

Valor materiais orçados convencionais

Juntando as informações obtidas nas tabelas 4 e 7, conseguimos ter o valor total dos materiais cotados convencionais.

Tabela 8 - Valor total convencional

| Item | Componentes | Consumo | Unid. | QUANT. MAT | Custo | Custo | Custo |
|--------------|--|---------|----------------|---------------|------------|--------------|--------------|
| | | | | | unit. | MAT | R\$ |
| 1 | Cimento CPIIe | 1,66 | kg | 121,83 | R\$ 0,57 | R\$ 115,68 | R\$ 115,68 |
| 2 | Cal hidratada | 0,42 | kg | 121,83 | R\$ 0,70 | R\$ 35,82 | R\$ 35,82 |
| 3 | Areia lavada média | 0,0111 | m ³ | 121,83 | R\$ 114,84 | R\$ 155,30 | R\$ 155,30 |
| 4 | Bloco de concreto tipo vedação: 15X19X30cm | 13,13 | Unid. | 121,83 | R\$ 2,09 | R\$ 3.343,22 | R\$ 3.343,22 |
| TOTAL | | | | | | | R\$ 3.650,02 |

Fonte: Próprio autor

Orçamento materiais ecológicos

Assim como a Tabela 7 foi feito o orçamento dos materiais dessa vez ecológicos.

Tabela 9 - Valor módulo x valor unitário

| Item | Módulo | | Preço Módulo | Preço Unitário |
|-------------------------|--------|----------------|--------------|----------------|
| Cimento CPIIe | 50 | saco [kg] | R\$ 28,60 | R\$ 0,57 |
| Cal hidratada | 20 | saco [kg] | R\$ 14,00 | R\$ 0,70 |
| Areia lavada média | 1 | m ³ | R\$ 114,84 | R\$ 114,84 |
| TIJOLO ECOÓGICO 25X12X7 | 1000 | milhero | R\$ 700,00 | R\$ 0,70 |

Fonte: Próprio autor

Valor materiais orçados ecológicos

Também em similaridade com a tabela 7, a tabela 10 mostra o valor total dos materiais ecológicos.

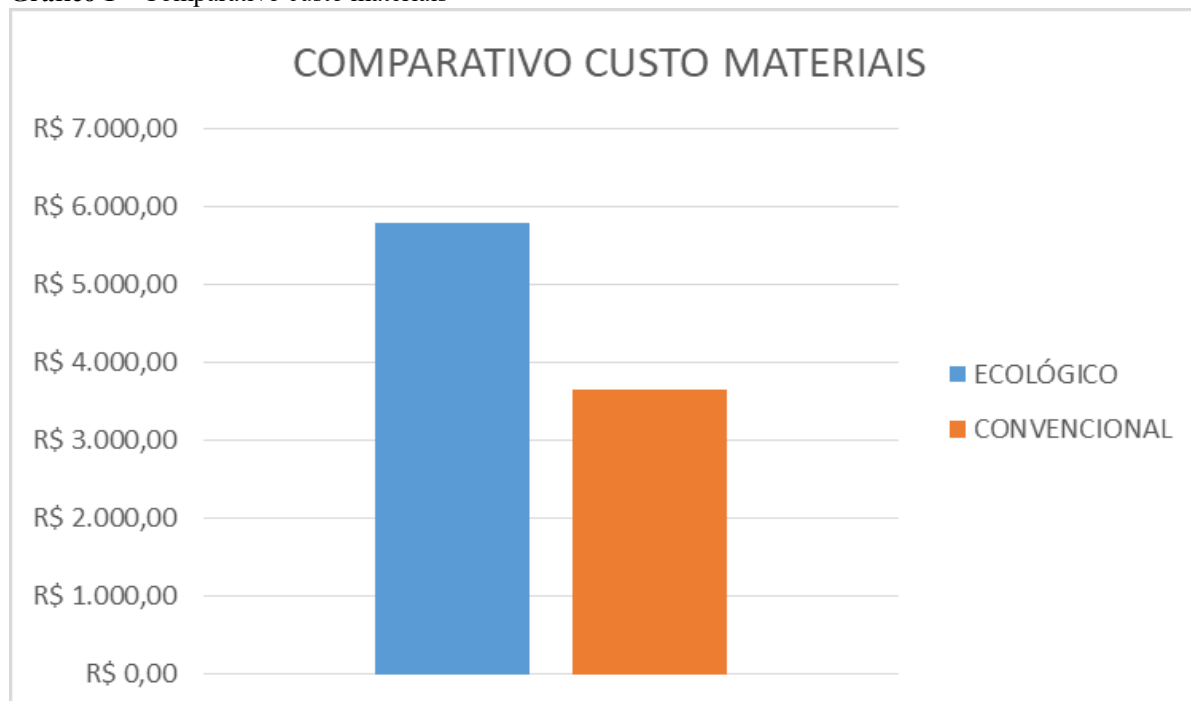
Tabela 10 - Valor total ecológico

| item | Componentes | Consumo | Unid. | QUANT. MAT | Custo | Custo | Custo |
|--------------|----------------------------|---------|----------------|---------------|------------|------------|--------------|
| | | | | | unit. | MAT | R\$ |
| 1 | Cimento CP11e | 1,66 | kg | 121,83 | R\$ 0,57 | R\$ 115,68 | R\$ 115,68 |
| 2 | Cal hidratada | 0,42 | kg | 121,83 | R\$ 0,70 | R\$ 35,82 | R\$ 35,82 |
| 3 | Areia lavada média | 0,0111 | m ³ | 121,83 | R\$ 114,84 | R\$ 155,30 | R\$ 155,30 |
| 4 | TIJOLO ECOÓGICO 25X12X7 | | un | 7856,00 | R\$ 0,70 | | R\$ 5.499,20 |
| TOTAL | | | | | | | R\$ 5.806,00 |

Fonte: O próprio autor.

Com o orçamento e consumo calculados podemos enfim fazer o comparativo dos custos dos materiais convencionais e ecológicos, levando em consideração somente os materiais que seriam substituídos. Segue gráfico com o comparativo.

Gráfico 1 - Comparativo custo materiais



Fonte: O próprio autor

Conclusões

O presente artigo foi desenvolvido embasado em uma comparação entre materiais e técnicas convencionais e materiais e técnicas sustentáveis para o desenvolvimento de uma residência popular. Primeiramente, foi realizada uma planta base de uma residência familiar, onde foram inseridos materiais e técnicas sustentáveis onde ainda assim possa haver estudo de comparações entre materiais convencionais e ecológicos, levando em consideração o principal custo benefício ao morador e a sociedade com relação ao meio ambiente.

Pode-se concluir que, utilizando materiais e técnicas sustentáveis o custo final da obra será relativamente maior em comparação aos materiais e técnicas convencionais. Com a utilização dos meios ecológicos o custo final dos materiais comparados para as comparações seria de R\$ 5.806,00 e com a utilização dos meios convencionais seria de R\$ 3.650,02. Seguindo o mesmo comparativo, com a utilização de meios ecológicos teríamos uma redução significativa na emissão de CO² no meio ambiente.

Vale destacar que, este comparativo coloca em evidência somente as diferenças entre uma obra utilizando tijolos ecológicos e blocos convencionais, conseqüentemente, para uma comparação final da diferença exata desta construção pode ser levado em consideração todas as outras diversas etapas de uma construção. A proposta deste artigo é evidenciar as comparações do tijolo ecológico e do bloco de concreto convencional para a construção de uma residência popular, já que pouco se fala em usar esses meios em uma residência popular.

É importante mencionar as ODS que se encaixam no nosso projeto, o número 7 energia limpa e acessível corresponde a fonte de energia renovável que utilizamos no nosso projeto, 11 cidades e comunidades sustentáveis por ser uma residência ecologicamente correta ajuda a influenciar a uma cidade sustentável, 13 ação contra a mudança global do clima por utilizar materiais com menor emissão de carbono na produção.

A construção de residências sustentáveis pode ser a solução para uma vida mais saudável do meio ambiente, a proposta é que pessoas com menos condições financeiras ou até mesmo o Estado com os programas de casas populares (Minha casa, minha vida é um exemplo), onde possam estar cientes e informados desses meios e dos benefícios que eles trarão a longo prazo a toda sociedade e meio ambiente.



Agradecimentos

Agradecemos a todos que contribuíram com a gente no decorrer desta jornada, em especial: A Deus, a nossa família que sempre nos deu suporte nos estudos e nas decisões tomadas. A nossa professora e orientadora Prof. M.a Candida Maria Costa Baptista que teve papel fundamental no desenvolvimento deste trabalho. Aos nossos colegas de classe pelo companheirismo e disponibilidade para nos auxiliar em diversos momentos deste ciclo que se encerra.

Referências Bibliográficas

BEN. **Matriz Energética e Elétrica.** Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 27 de outubro de 2022.

DE PAULA, Heller. **Energias renováveis e seu potencial de mudar nossa sociedade.** Disponível em: <https://www.faberhaus.com.br/energias>

DECICINO “**Geografia > Protocolo de Quioto**”. Disponível em: <https://educacao.uol.com.br/disciplinas/geografia/protocolo-de-kyoto-paises-secomprometeram-a-reduzir-emissao-de-gases.htm>. Acesso em 28 de março de 2022

ECOTAP. **Cimento sustentável. Uma alternativa ecológica para a construção civil.** Disponível em: <https://ecotaprs.com.br/construcao/cimento-sustentavel/> Acesso em 23 de maio de 2022.

EOS. **Formas de Reúso de Água.** Disponível em: <https://www.eosconsultores.com.br/formas-de-reuso-de-agua/>. Acesso em: 25 abril 2022

FERREIRA, Renato. **Saiba quais as diferenças entre um tijolo ecológico e um tijolo convencional.** Disponível em: <https://minhacasaprefabricada.com.br/tijolo-ecologico-tijolo-convencional#:~:text=O%20tijolo%20convencional%20precisa%20ser,e%20outros%20tipos%20de%20acabamentos>. Acesso em 16 maio 2022.

INSON, Nathalia. **Cisterna: O Que É, Vantagens, 5 Tipos, Funcionamento e Limpeza.** Disponível em: <https://www.vivadecora.com.br/pro/cisterna/>. Acesso em 26 outubro 2022.

LIMA. **Clube de Roma debate futuro do planeta há quatro décadas. Rio de Janeiro.** Disponível em: <http://puc-riodigital.com.puc-rio.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=148&infolid=12080#.YpQXNajMLIW> . Acesso 29 maio 2022.



MEIRELES, Tais. WWF “**Acordo de Paris completa 5 anos com lições aprendidas**”. Disponível em: Acesso em 30 de março de 2022.

NAÇÕES UNIDAS. “**Acordo de Paris sobre o clima**”. Disponível em: Acesso em 01 de abril de 2022.
ONU. “ECO-92; RIO-92”. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/87844-onu-e-o-meioambiente> . Acesso em 22 de março de 2022.

ONU. **Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano**. Tradução livre. Estocolmo, jun. 1972.

PEREIRA, Caio. **Tijolo ecológico: o que é, tipos, vantagens e desvantagens**. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/tijolo-ecologico/>. Acesso em: 2 de maio de 2022.

SCHARF, Regina. **O que muda após o RIO +10**. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Galileu/0,6993,ECT353458-2010-1,00.html>. Acesso em 21 março 2022.

SENADO “**Protocolo de Kyoto**”. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/entenda-o-assunto/protocolo-de-kyoto> Acesso em 23 de março de 2022.

SILVA. **Ramo de construção sustentável cresce no Brasil**. disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/ramo-de-construcao-sustentavel-cresce-no-brasil,9fb7f23cc89e7fcd588a0c398da06e7cbvpk20nc.html>. Acesso em: 21 abril 2022.

Soluções para construção sustentável na engenharia civil. Disponível em: <https://ecotelhado.com/3-solucoes-para-construcao-sustentavel-na-engenharia-civil/>. Acesso em: 07 junho 2022

VECHI, Nivea Regina Gallo, et al. **Aspectos ambientais do setor da construção civil: roteiro para a adoção de sistema de gestão ambiental pelas pequenas e médias empresas de prestação de serviços**. Disponível em: <https://www.revistasg.uff.br/sg/article/view/733/402>. Acesso em: 30 abril 2022.