

TECNOLOGIAS E MATERIAIS SUSTENTÁVEIS NA OTIMIZAÇÃO DE OBRAS RESIDENCIAIS

CARVALHO, Guilherme Cezar¹, DALANEZI, Gustavo Henrique²
MORETTO, Renata Lima³
Universidade São Francisco
guicarvalho2912@gmail.com, gustavohd87@gmail.com

¹Aluno do Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Bragança Paulista

²Aluno do Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco, Campus Bragança Paulista

³Professor Orientador Renata Lima Moretto, Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Bragança Paulista.

Resumo. Com o crescimento populacional se viu uma crescente de demanda na construção civil, porém as demandas de sustentabilidade ficaram em segundo plano ou sequer são atendidas. O presente artigo visa destacar meios inovadores e ecológicos no mercado da construção residencial. Por meio de pesquisas, precificação e comparativos foram geradas planilhas orçamentárias que visam estudar a viabilidade de uma residência de médio padrão que faz o uso de materiais e tecnologias sustentáveis, comparando seu custo geral e possíveis economias em relação a uma residência construída de maneira convencional, assim comprovando a eficácia da edificação de tal imóvel no âmbito sustentável e ecológico, destacando também os custos obtidos em cada etapa da obra e economias futuras devidas as tecnologias incorporadas no projeto.

Palavras-chave: Sustentabilidade, Ecológicos, Comparação, Economia, Residência.

Introdução

O primórdio da construção civil se deu com os gregos e egípcios a mais de 2 mil anos antes de Cristo, onde grande parte dos materiais eram feitos de maneira limpa sem agredir o meio ambiente, se utilizando de pedra, areia, madeira e água. Com o passar dos anos e aumento da civilização, se deu a necessidade de suprir novas demandas, onde se passou a ser usado a matéria prima com materiais retirados da extração de minérios e do solo, afim de vencer vãos maiores e a busca por meios estéticos.

Com o passar dos anos o aumento da extração de insumos para a fabricação de materiais se tornou mundial, porém tais tecnologias se mostraram agressivas ao meio ambiente devido a emissão de gases na atmosfera, extração de minérios, geração de resíduos, poluição da água e desmatamento. Com todos estes impactos causados pela ação do homem, tornou-se necessária a implantação de novas tecnologias e materiais sustentáveis que garantam a otimização da

construção civil e reduzir os índices que agredem e prejudicam a natureza, visto que, segundo Hendrigo (2021,p. 4), “A indústria da construção civil é o principal setor econômico que está ligado a geração de resíduos e impactos ambientais a partir das suas ações, que tem um terço do consumo de recursos naturais no mundo”.

Na Atualidade, é possível realizar construções ecologicamente sustentáveis com tecnologias capazes de reduzir os impactos ambientais, tais como o uso de energia limpa e renovável, tratamento de esgoto, armazenamento e reutilização de águas pluviais, conforto termoacústico com a utilização de alvenaria ecológica, além de atender objetivos de desenvolvimento sustentável elaborados pela Organização das Nações Unidas (ONU). Em conjunto com as ODS's destaca-se também o programa governamental IPTU Verde que vem sendo adotado por alguns municípios do Brasil. onde por meio de diversas ações determinadas pelo Decreto N°29.100 de 06 de novembro de 2017, é feita a avaliação de determinado imóvel, onde o mesmo irá obter uma pontuação que determinará a porcentagem de desconto em seu IPTU. Para o Blog 3TC Isolamento (2022) uma forma justa de incentivar a sociedade a praticar os pilares da sustentabilidade é fazer isso por meio de seus próprios imóveis. “O requerimento para obtenção da pré-certificação IPTU VERDE, indicando as ações e práticas de sustentabilidade adotadas, deverá ser apresentado quando do protocolamento do processo de construção, ampliação e/ou reforma, modificação de projeto, e substituição de projeto” (BRASIL, Decreto nº 29.100 de 06 de novembro de 2017, artigo 5º)

O conceito de sustentabilidade vem sendo debatido a décadas por profissionais da área, onde, de acordo com Carvalho (2019) “a sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável são termos que estão entrelaçados, ou seja, envolvidos com propósitos semelhantes, uma vez que a sustentabilidade é o objetivo do desenvolvimento sustentável”. Com tais debates crescendo ao longo dos anos, foram estabelecidos objetivos de desenvolvimento sustentáveis, onde, segundo a Organização das Nações Unidas (2019):

“Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável são um apelo global à ação para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade. Estes são os objetivos para os quais as Nações Unidas estão contribuindo a fim de que possamos atingir a Agenda 2030 no Brasil.”

Com as novas demandas e surgimento de diversos materiais sustentáveis, destaca-se o tijolo ecológico, onde, em sua confecção e utilização é reduzido o consumo de água em até 90% de acordo com a revista de arquitetura Ciclo Vivo (2021), reduzida a queima de materiais e, em muitos casos, sua principal matéria prima se trata de entulho gerado em campos de obra

(LAFONTE, 2023, informação verbal)¹. O tijolo ecológico é também conhecido por ocasionar a redução drástica de resíduos sólidos, queda no tempo de execução da obra, geração de isolamento térmico e acústico e em seu processo de fabricação, atinge uma resistência superior as exigidas pelas normas técnicas, assim garantindo uma maior durabilidade da edificação.

Outro fator que se deve levar em conta quando trata-se de sustentabilidade, é a preservação das fontes de água doce e potável, visto que a mesma é essencial para o desenvolvimento e bem estar de qualquer comunidade existente. Segundo Neto (2008, apud CARVALHO), a água é um dos componentes mais importantes na produção de concretos e argamassas, é imprescindível na umidificação do solo e compactação de terrenos. Embora a água não seja tratada com a devida relevância na construção civil, seu uso se faz de extrema importância no uso de diversos processos como a fabricação de concreto, limpeza, consumo humano e diversos outros métodos aplicados em determinados tipos de edificações. No Brasil, o consumo de água vem crescendo exponencialmente, onde o principal fator ligado a tal crescimento é o aumento populacional, onde, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2017 houve uma retirada total de água de aproximadamente 3,7 milhões de metros cúbicos, utilizados para as mais diversas finalidades, sendo elas por consumo e distribuição, onde a região com mais participação nestes números foi a Região Sudeste, tendo participação em 45% de todo o consumo.

Com as diversas preocupações com o desperdício de água, muitas edificações fazem o uso de cisternas, onde o foco principal é o armazenamento de águas pluviais para posterior reuso, principalmente, para fins de limpeza e jardinagem; além do uso de biodigestores para tratamento de esgoto e limpeza da água.

Países em desenvolvimento vem ganhando destaque nos estudos sobre sustentabilidade devido ao seu alto consumo de energia elétrica devido a busca crescente pelo sistema econômico, ou seja, mais industrias e pessoas estão usando cada vez mais esse meio gerando um contexto insustentável.

Com este contexto, o consumo consciente está voltado a questões sociais, como por exemplo ter um consumo de água consciente afim de que outras pessoas e gerações futuras não tenham que lidar com a falta desse recurso, e o consumo sustentável que está ligado a ações coletivas, políticas e culturais que estão ligados ao meio de consumo. Segundo Silva (2014, apud

¹ Informação fornecida por João Lafonte em palestra na semana da engenharia da Universidade São Francisco

CASTRO et al), o consumo sustentável se traduz em uma prática de consumo que utiliza os recursos naturais para satisfazer as necessidades atuais, sem comprometer as necessidades e aspirações das gerações futuras.

Segundo estudos observou-se que um dos problemas são as pessoas não buscarem o consumo sustentável que está ligado ao seu comportamento e o hábito de não poupar recursos naturais, com isso torna-se um dos principais objetivos de governos influenciar o início desse hábito menos prejudicial ao meio ambiente.

“O consumo de energia tem se tornado uma preocupação crescente nos estudos sobre sustentabilidade, devido ao crescente número de indústrias, tecnologias e pessoas utilizando o recurso energético de forma desenfreada” (COSTA FILHO et al., 2021).

“A energia elétrica está inserida em diversas atividades do cotidiano e com isso o uso torna-se um elemento neutro, não tendo a percepção da quantidade de vezes que é utilizado no dia a dia tornando-o invisível. Muitos estudos ilustraram que os consumidores geralmente desconhecem o fato de que suas atividades cotidianas implicam o uso de energia” (HORTA, 2018). Dessa forma é possível identificar que existe uma grande diferença em relação ao que os indivíduos pensam do que realmente fazem, ou seja, grupos que são a favor do meio ambiente e economia de energia podem não possuir comportamentos ligados a essa economia.

Devido ao Brasil ter uma fonte de riquezas naturais, ele consegue gerar energia de diversas formas e que na maioria das vezes são renováveis e limpas. Visto que a geração de energia cada país depende da disponibilidade de recursos e tecnologias empregados por ele e para classificar como sustentável ou não, devemos analisar o uso da matéria prima da fonte em questão.

Podemos entender como energias renováveis a hidráulica, eólica, solar e biomassa, e fontes não renováveis como petróleo, carvão mineral e gás natural, onde a maioria dos países opta por usar fontes de energia não sustentáveis para abastecer a demanda de suas cidades, porém no Brasil o uso de energias limpas e renováveis é predominante.

É importante destacar que matriz energética segundo o blog Raízen (2023) é o conjunto de fontes utilizadas na geração de energia para atender as diferentes demandas de um país. A geração de energia brasileira é considerada uma das mais limpas do mundo devido ao uso de fontes naturais, grande espaço territorial, a biodiversidade e as condições climáticas. O Brasil é um grande favorecido no quesito energia, porém uma das principais fontes são as geradas em usinas hidrelétricas que são limpas e renováveis e é provida do aproveitamento da água corrente de rios e hoje as maiores usinas nacionais estão localizadas em Itaipu no Paraná,

Jirau e Santo Antônio em Rondônia, São Luiz do Tapajós além de Belo Monte e Tucuruí no Pará. Porém, essa fonte tão importante para o país também tem seus lados negativos que são destacados por Castro et al (2022), “Embora as hidrelétricas utilizem um recurso renovável, elas possuem um grande impacto socioambiental tanto na biodiversidade quanto na população residente no local das usinas, pois tendem a inundar seus arredores, destruindo ecossistemas e desabrigoando famílias”.

Segundo blog Raízen (2023) um estudo feito pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) mostrou que, se todas as fontes de biomassa do nordeste fossem usadas, seria possível produzir cerca de 55.000 GWh por ano. Esse número representa mais de 100% da energia consumida pela região em 2019. Outros tipos de energia são as produzidas por fenômenos naturais como ventos e a luz. A energia eólica se dá através de pás de uma turbina ligada a um gerador elétrico produzindo energia cinética que é convertida em energia elétrica, para esse caso de energia o quanto mais vento mais energia pode ser gerada. Com isso é possível observar que a geração de energia eólica é um grande produtor de eletricidade, sendo o Brasil o país que mais utiliza desse meio para a sua produção energética.

A energia solar se dá através da luz de raios ultravioletas que são captados através de painéis solares fotovoltaicos, transformando em energia elétrica por inversor solar, essa eletricidade pode ser gerada direto nas residências de consumidores finais ou em usinas heliotérmicas.

Segundo o balanço energético nacional de 2022, o Brasil produziu 2,6% de energia fotovoltaica sendo a fonte que menos é explorada no país, conforme o gráfico abaixo.

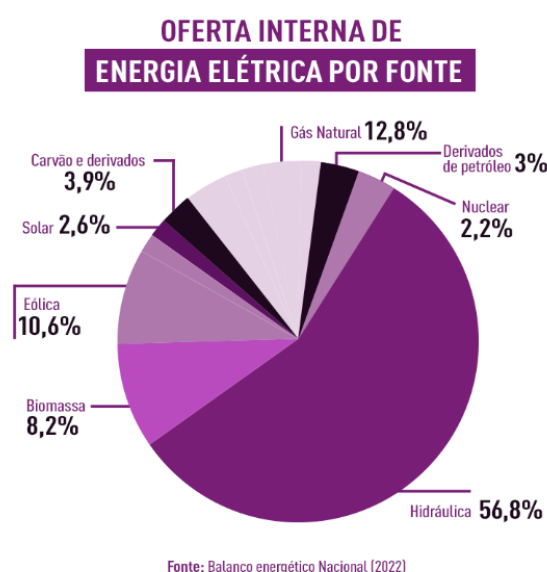


Figura 1 – Fontes de Energia Elétrica no Brasil

Existem três tipos de energia solar sendo elas a energia solar fotovoltaica, o aquecimento solar e a energia heliotérmica. Cada um desses tipos tem o seu uso específico, como o aquecimento solar que está voltado para aquecimento de água usado com o auxílio de placas solares e boiler que fica responsável por armazenar a água que está aquecida, e geralmente tem o seu uso residencial. Energia heliotérmica usa também do aquecimento de água para gerar calor e vapor, assim acionando turbinas ou geradores produzindo energia elétrica.

Conforme os painéis solares captam os raios ultravioletas é gerada energia nas placas que são feitas de silício, essa energia é direcionada para o inversor solar que é o responsável pela conversão em energia elétrica. A forma mais eficiente de obter energia é com a luz atingindo diretamente as placas solares sem a intervenção de sombras ou outros obstáculos que possam interromper esse processo. Em casos residenciais é necessário adotar um tipo de relógio chamado bidirecional que irá indicar a produção e consumo de energia da residência, assim, caso a residência mais produza energia do que consuma é possível gerar o que chamamos de crédito de energia. Com esses créditos o consumidor pode conseguir descontos na sua unidade geradora ou em até outras que estejam em sua titularidade, fator que incentiva o uso dessa energia sustentável, renovável e inesgotável. Dentre as diversas qualidades dessa fonte, estão a redução de custo com energia, fácil adaptação para regiões que não possuem sistema de distribuição de energia, não existe geração de resíduos, não faz barulho e baixo custo de manutenção.

Energia solar fotovoltaica aplicada em residências

Para obter esse meio de energia residencial o consumidor pode escolher entre três sistemas que são oferecidos como o sistema On-grid, que é chamado por esse nome devido a estar conectado com a rede de distribuição pública do município ou região. Já o Off-grid está isento da conexão com a rede de distribuição pública, no caso, o sistema em si é o principal meio de captação e geração de energia e pode funcionar em lugares remotos garantindo a máxima economia. E existe também o sistema híbrido que usa baterias e conexão com a rede de distribuição pública, sendo este regulamentado recentemente pela portaria 140/2022.

Segundo blog Raízen (2023, ibidem) a participação do sol na matriz energética já subiu de 1,51% em 2019 para 2,63% em 2021, de acordo com relatório do ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico).

O Brasil tem um potencial enorme que se for explorado pode se tornar o país com mais produção de energia elétrica no mundo gerando mais de 15 trilhões de megawatts por ano, além desse benefício ao planeta não podemos deixar de falar da geração de emprego pois a área já conta com mais de 190 mil gerando mais de R\$ 9,6 bilhões em contribuição tributária. (BLOG RAÍZEN, 2023)

Conforme mencionado anteriormente, diversas formas de energias limpas e renováveis vem surgindo conforme o passar dos anos, sendo a energia fotovoltaica uma das principais. Segundo Silva e Araújo (2022, p.868) a energia fotovoltaica é considerada uma das mais promissoras para a geração de energia limpa, devida as condições climáticas favoráveis que o Brasil possui. De acordo com Araújo e Silva (2022, p.868)

“Uma das vantagens para o aumento do investimento na utilização de sistemas fotovoltaicos no Brasil é que o país apresenta características muito favoráveis a este tipo de gerações de energia devido às suas características de incidência e irradiação solar e pela sua alta produção de silício, material utilizado na fabricação das placas solares.”

Conforme o avanço dos anos, a energia fotovoltaica vem se expandindo, sendo um de seus principais fatores o barateamento do custo das placas solares e da instalação, chegando até a ser aplicada em programas governamentais como o “Minha casa minha vida”. Segundo dados apresentados pelo Ministério de Minas e Energia (Brasil, 2023), no ano de 2023 o país conta com mais de 80% de toda sua matriz energética sendo gerada através de energia fotovoltaica e energia eólica, sendo que a fonte solar teve um acréscimo de 3 gigawatts entre os meses de janeiro e setembro, um crescimento maior do que todo ano de 2022 (2,5 gigawatts).

As placas solares tem como principal material em sua composição o silício, minério que pode ser extraído de diversas maneiras e possui uma excelente eficiência energética para a coleta e energia.

Reuso de águas pluviais

A água é essencial para a continuidade da vida no planeta, sendo esta um recurso finito e escasso, sendo de extrema importância sua racionalização e uso de forma consciente, sendo que uma das maiores causas de tal escassez, é o desperdício em excesso deste recurso. Para o melhor entendimento do problema, deve-se apresentar a distribuição de água disponível no planeta. Para os autores Ferreira, Silva e Pinheiro (2008, p. 30-31, apud LIMA, 2015, apud MELO, DIA E OLIVEIRA, 2022, p. 82).

“Para tanto, o primeiro fato a se observar é que a maior disponibilidade mundial de água é de 97,00%, localizadas nos oceanos (águas salgadas), sendo imprópria para o

consumo a menos que passe por um processo de dessalinização, tratamento considerado de alto custo. Nas regiões polares ou subterrâneas (aquíferos) é encontrada 2,50%, sendo pouco viável o aproveitamento. Em rios, lagos e pântanos (água doce) estão disponíveis 0,50% sendo considerada para o consumo humano.”

Segundo Melo et al (2022) diversos estudos indicam que em 500 milhões de anos a quantidade de água no planeta terra não foi alterada, contando com um total de 1,5 bilhões de km³, estes estando em estados diferentes (sólido, líquido e gasoso). Em todos estes anos, a mudança apresentada foi na quantidade de água potável para o consumo, visto que nos anos de 1.900 a 2.000 o crescimento foi de aproximadamente 7 vezes, saindo de um consumo de 580km³/ano para 4.000km³/ano. “Seguindo esses dados e as tendências de consumo atuais, estima que, no ano de 2025, o consumo mundial de água será de 5.200 km³/ano, uma alta de 1,3 vezes em um período de 25 anos” (PENA, 2009, apud MELO, DIA e OLIVEIRA, 2022, p. 81).

Tratamento de água e saneamento

Quando mencionada a preservação e economia de água, sempre é importante apontar a importância do tratamento da mesma, onde a poluição de rios e lagos vem crescendo exponencialmente ao decorrer dos anos, onde, além disso, para Richter (1991, p.1) a água em seu estado natural possui diversas impurezas, sendo várias delas extremamente perigosas, onde se encontram diversos vírus, bactérias, parasitas e, em alguns casos, elementos radioativos.

Em meio aos diversos tipos de doenças que se propagam por vias aquáticas, pode-se citar a febre tifoide, leptospirose, giardíase, esquistossomose, cólera e diarreia, sendo possível a contaminação por meio da água de má qualidade ou por falta de higiene. O saneamento básico é um direito que o cidadão tem garantido pela constituição brasileira onde além de ser umas das principais formas de garantir saúde, sustentabilidade para os rios e qualidade de vida para as pessoas, traz também incentivos ao desenvolvimento nacional incentivando turismo, valorizando imóveis, garantindo boas condições de educação e despoluindo os rios.

De todo o esgoto gerado no Brasil apenas 55,8% é tratado segundo o sistema nacional de informações sobre saneamento (SNIS 2021), com isso, é de grande importância que cada vez mais o governo invista em saneamento básico, pois Segundo o Trata Brasil (2021) são mais de 5.500 piscinas olímpicas de esgoto descartadas na natureza sem qualquer tipo de tratamento o que traz diversas preocupações para a população, como as doenças pelo meio

hídrico, onde as pessoas tem contato direto com o esgoto ou água contaminada. A esquistossomose, leptospirose, diarreia e outras doenças são responsáveis por mais de 130 mil internações no ano de 2021.

O Brasil apresenta diversos índices onde é possível analisar os estados que precisam receber atenção no quesito coleta e tratamento de esgoto, segundo o Painel Saneamento (2021) um estudo feito em todas as regiões do país mostra que no Norte 86% da população não tem acesso a esse benefício, seguido pela região Nordeste que habita mais de 60 milhões de pessoas. As pesquisas mostram que 69,8% da população também não tem acesso a saneamento básico, o que está longe da meta estabelecida pelo Marco Legal do Saneamento onde é estabelecida uma meta de 90% com coleta e tratamento de esgoto até 2033. O estudo também faz um comparativo dentre os estados pertencentes a essa região e quais são os que mais descartam piscinas por dia em forma de esgoto onde as três principais são Bahia, Pernambuco e Maranhão, onde o total do grupo é de 1.315 piscinas olímpicas por dia.

Esse volume descartado afeta não só a qualidade dos lagos e rios, como também a vida da população como um todo, onde a região obteve 59 mil internações e 583 mortes segundo o blog Trata Brasil (2021), esse montante trouxe um total de mais de R\$ 23 milhões com tratamento voltado a doenças por falta de saneamento básico, onde, de acordo com o Ministério da Saúde (informação verbal)² cada real investido em saneamento básico, são 9 reais economizados com a saúde.

A região sudeste também sofre com a falta de saneamento básico, visto que dos 4 estados que formam a região, São Paulo tem o melhor índice de tratamento de esgoto onde 30% do esgoto não é tratado, seguido por Espírito Santo e Minas Gerais que não tratam cerca de 57 a 58% do esgoto gerado em seus estados, e em seguida o pior caso da região que é o Rio de Janeiro, que apesar de suas belezas naturais vem sendo consumido pelo esgoto que é descartado na natureza sem nenhum tipo de tratamento, onde 60% do esgoto gerado não é tratado e volta para natureza prejudicando a todos a sua volta e principalmente a vida aquática que ali habita. A coleta e tratamento de esgoto tem uma meta a ser atingida determinado pela ONU nos objetivos de desenvolvimento sustentáveis (ODS) onde o objetivo 6 “Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos” até 2030 consta o fim do não tratamento de esgoto, garantindo saneamento básico para todos.

² Informação fornecido pelo ministro da saúde em congresso na FUNASA

Geração de entulho e o tijolo ecológico

Com a alta demanda que a construção civil vem exigindo conforme os anos, a geração de resíduos por meio da mesma consequentemente teve um aumento exponencial, visto que o mercado da construção civil é o maior gerador de resíduos sólidos e poluentes, além de ser responsável por exploração de minérios e desmatamento para a geração de matéria prima. Para Oliveira et al (2020, p.24448) “A destinação correta de resíduos provindos da construção, é de suma importância para a manutenção de um meio ambiente saudável, contribuindo para a qualidade de vida da sociedade [...]”. Com todo o contexto de geração de resíduos, soluções alternativas e limpas precisaram ser criadas, sempre buscando que as mesmas sejam tão eficientes e garantam a resistência estabelecida pelas normas da construção civil. Com estes objetivos, foi criado o tijolo ecológico, sendo este possível ser confeccionado das mais diversas maneiras, sendo sua principal vantagem a redução drástica do tempo de obra e a diminuição de entulho gerado, onde, de acordo com Weber, Campos e Borba (2017) a cada 1000 tijolos ecológicos o equivalente a 2,5m³ de entulho são reincorporados no processo de fabricação, sendo este valor equivalente a 150m³ de entulho retirados em um mês, além do mesmo reduzir em 30% o tempo de obra em relação a alvenaria convencional.

Geração de resíduos sólidos

Os resíduos descartados de forma incorreta trazem grandes prejuízos a sociedade de uma forma geral, acumulando lixo, mal cheiro, animais indesejados como ratos e pombas que causam doenças como leptospirose, e ajuda no aumento populacional de insetos que trazem riscos a vida humana como o *Aedes Aegypti*, além de contaminação do ar, solo e água, poluindo e afetando a fauna e a flora, contribuindo para entupimento de bueiros e galerias de águas pluviais podendo causar inundações. Neste sentido, o Brasil procura desenvolver algumas formas de promover a gestão integrada e o gerenciamento de resíduos sólidos.

O Brasil em 2022 gerou mais de 80 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos, o que resulta em 224 mil toneladas por dia, sendo que mais de 5 milhões de toneladas não tiveram um destino específico indo parar em lixões a céu aberto que possuem todo tipo de resíduos desde, plásticos, papéis, entulhos, resíduos químicos e hospitalares que são de alto risco infectuoso e causando infiltração de chorume no solo, poluindo águas subterrâneas, emitindo gases tóxicos e propagando doenças no ambiente.

Com isso, surge a necessidade da coleta seletiva na sociedade que é a responsável por fazer a coleta dos resíduos conforme determina o Conselho Nacional do Meio Ambiente N° 275/2001, sendo estabelecido cores para cada tipo de resíduos, como azul para papel, verde para vidros, vermelho para plásticos, amarelo para metais, marrom para resíduos orgânicos, preto para madeiras, cinza para materiais não recicláveis, branco para lixos hospitalares, laranja para resíduos perigosos como pilhas e baterias e roxo para lixos radioativos.

Ao final do mês de julho de 2023, o secretário geral da ONU, António Guterres, apresentou que o planeta terra saiu do estado de aquecimento global para entrar no estado de ebulição global, sendo o mês de julho foi o mais quente já registrado na história e seus meses subsequentes também bateram recordes de temperatura comparado a anos anteriores.

Materiais e Métodos

O presente experimento foi realizado através de cotações e orçamentos de materiais e tecnologias, para posteriormente os quantitativos e valores serem alocados em uma planilha de custos que serão divididos em itens de serviços preliminares, fundação, estrutura, alvenaria, esquadrias, cobertura, revestimentos/acabamentos, instalações prediais, serviços finais e serviços adicionais voltados para um imóvel sustentável, como a cisterna, energia fotovoltaica, aquecimento solar, tijolo ecológico, biodigestor para tratamento de esgoto e descartes de resíduos sólido, onde o objeto de estudo se deu por meio do projeto de uma residência térrea pensada para moradia de uma família de 4 pessoas e projetada pela empresa Finamor Arquitetura de Bragança Paulista – SP.

Cisterna Modular Tecnotri

A cisterna escolhida se trata do modelo modular e vertical de 1.000 litros da Tecnotri, não se tornando necessário que a mesma seja enterrada, se tornando de fácil instalação para o consumidor final, assim tendo uma considerável economia com mão de obra de instalação. Conforme mencionado, a cisterna tem a capacidade de 1.000 litros e seu uso seria destinado para limpeza de áreas externas, automóveis e irrigação. Para a coleta das águas pluviais, se faz necessário a instalação do filtro da cisterna no tubo de queda da calha escolhida para a coleta, afim de evitar que sujeiras e demais resíduos entrem no reservatório, onde após a filtragem a água é direcionada e armazenada na cisterna e a mesma possui um sistema de tubo extravasor caso as precipitações ultrapassem a capacidade do reservatório. Nesta tecnologia adotada, se

faz presente diversas previsões para torneira que funcionam por gravidade, não se fazendo o uso de bombas e assim economizando energia elétrica, além de ser possível o uso de lavadoras de alta pressão e até mesmo expansão da cisterna caso seja necessário, visto que a mesma possui previsões para ligações com outras cisternas modulares.

Encarando de maneira econômica, além de gerar redução no consumo de água e redução das tarifas e contas cobradas pelas concessionárias responsáveis, o uso da cisterna está diretamente ligado a uma das atividades abrangidas pelo decreto do IPTU Verde, onde, conforme mencionado anteriormente, a prática desta iniciativa gera uma certa quantidade de pontos para a avaliação da edificação.

Biodigestor Acqualimp

Para a solução do problema de tratamento de esgoto no país, e uma das alternativas para conseguir reduzir os impactos ambientais e socioeconômicos que ele traz seria a instalação de biodigestores nas residências que possuem ou não coleta e tratamento de esgoto. Para o presente artigo, foi utilizado o biodigestor Acqualimp, onde o mesmo realiza o tratamento da água por meio das próprias bactérias, que promovem a decomposição de toda a matéria orgânica. Após a decomposição de toda matéria orgânica, os efluentes são direcionados para o filtro biológico, onde se separam as partículas sólidas que podem ser carregadas pelos gases gerados no processo de decomposição da água para evitar o entupimento. Após o processo de decomposição, os gases gerados são expelidos naturalmente pelo sistema de ventilação da edificação. Valem lembrar que está é uma tecnologia que também gera pontuação para adquirir o direito ao IPTU verde.

Placas Fotovoltaicas e Energia Foto térmica

Como objeto de estudo para este artigo, além das placas de energia fotovoltaica, foram utilizadas em conjunto as placas foto térmicas, usadas geralmente em meios residenciais para o aquecimento de água para chuveiros, torneiras e até mesmo piscinas. Em seu funcionamento, o sistema de aquecimento fototérmico é composto pelas placas solares e pelo boiler, onde as placas tem como função captar o calor solar e transmitir para a água que corre em suas tubulações internas, posteriormente sendo armazenada no boiler e distribuída para a residência.

Em conjunto com o sistema fototérmico, foi adotado também o sistema de geração de energia fotovoltaica, que tem por sua funcionalidade gerar e armazenar a energia em uma bateria de lítio utilizada no sistema híbrido, que por sua vez possui inversores que transformam a corrente contínua gerada pelas placas em corrente alternada. Esta corrente alternada, além de ser usada para os equipamentos domésticos pode ser “devolvida” para a rede da concessionária de energia responsável pelo abastecimento do município por meio do medidor bidirecional instalado gratuitamente pela mesma, de acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Vale ressaltar que, de acordo com Rella (2017) a economia gerada por um sistema fotovoltaico gira em torno de 60% sobre as tarifas de energia. Conforme mencionado anteriormente, a prática desta iniciativa de geração de energia renovável é levada em conta para a obtenção do direito ao IPTU Verde, visto que o usuário estará deixando de consumir energia elétrica gerada por meios poluentes e degradáveis e estará optando por um sistema totalmente limpo e renovável.

Tijolo Ecológico Eco Produção

O tijolo ecológico utilizado é da fabricante “Eco Produção”, com sua sede localizada na cidade de Curitiba – PR. De acordo com a cartilha fornecida pela empresa Eco Produção (2019) o tijolo ecológico se destaca por ser relativamente mais leve do que outros tijolos cerâmicos comuns, além de garantir uma durabilidade maior da obra por conter uma resistência maior do que as exigidas pelas normas técnicas, além de, por ser tratado com água, o mesmo possui uma resistência maior contra umidade, fator este que pode desgastar tijolos comuns. Outra vantagem a ser citada, é a eficácia do tijolo ecológico como isolamento termo-acústico, onde em sua furação são criadas câmaras que controlam a temperatura ambiente no interior da residência.

Os furos do tijolo ecológico possuem outras diversas funcionalidades, sendo a principal delas o embutimento de colunas de sustentação em seu interior, dispensando assim o uso excessivo de madeira e mão de obra de carpintaria (Conforme Anexo 1). Além de funções estruturais, o tijolo ecológico também permite uma maior mobilidade e facilidade nas distribuições de instalações hidráulicas e elétricas, visto que, por conta de seus furos, não se faz necessária a quebra de paredes para a passagem de tubulações hidráulicas e eletrodutos.

No âmbito ecológico, os tijolos são confeccionados sem a necessidade de queimas de matéria prima em olarias convencionais, não provocando assim o devastamento e lançamento de

resíduos no ar. Em seu processo construtivo (composto por solo, cimento e água) o solo é separado corretamente, peneirado, tratado e misturado em conjunto com os outros materiais, sendo criada a mistura solo-cimento. Após a criação da mistura solo-cimento, a mesma é compactada em 6 toneladas de pressão por meio de prensa hidráulica, onde, após o tempo correto de cura e secagem, o tijolo ecológico está pronto para o uso.

Um grande diferencial do tijolo ecológico é a redução do tempo de uma obra (visto que o mesmo possui diversas praticidades em seu processo de edificação) e uma obra muito mais limpa e organizada, com menor geração de entulho e, conseqüentemente, uma redução com custos de caçambas e limpeza de obra. Vale lembrar um fator de extrema importância para a economia de materiais e recursos financeiros, que é a redução do uso de argamassa, sendo recomendado até mesmo o uso de cola específica, onde é recomendado o uso apenas de um filete de cola ou argamassa no entorno dos furos do tijolo ecológico.

Coleta seletiva e reciclagem

Para aplicações práticas em residências é necessário o uso de coleta seletiva para papel, vidros, plásticos, metais e lixo orgânicos devido a serem os itens mais relevantes dentro das residências. Levantando em conta a prática dos 3 R's reduzir, reutilizar e reciclar é possível contribuir para o desenvolvimento e gestão sustentável da sociedade, visto que será diminuído a quantidade de resíduos sólidos descartados incorretamente nas cidades, aumentando a qualidade de vida das pessoas que ali habitam

Resultados e Discussão

Com base nos orçamentos realizados referentes as respectivas tecnologias, foi realizada uma planilha comparativa, onde a residência sustentável se mostrou em um total geral 25% mais cara em relação a residência edificada de maneira convencional (blocos cerâmicos e concreto), porém, deve-se destacar que outros custos indiretos sofrerão mudanças em seus valores, visto que o tempo estimado da obra sofrerá mudanças devido a mudança da alvenaria convencional para o tijolo ecológico. Outro aspecto a ser destacado é a inclusão das tecnologias sustentáveis (Cisterna, energia fotovoltaica, energia foto térmica e biodigestor) que irão influenciar em redução de custos futuros, sendo eles economia em conta de água, energia, manutenção do imóvel e IPTU.

Juntamente com a confecção da planilha comparativa, foi gerado um gráfico para apresentar visualmente a diferença de custos de cada aspecto (Anexo 2). Vale lembrar que as economias apresentadas estão sendo consideradas para um prazo de 50 anos conforme a perspectiva de vida útil de uma residência

Comparação de custos – construção ecológica versus construção de bloco de concreto

Ao longo do ano de 2023 foi realizado um orçamento comparativo de uma residência de construção convencional versus uma construção ecológica. Ambas foram executadas baseadas no mesmo projeto arquitetônico realizado pela empresa Finamor Arquitetura, onde também foi disponibilizado o orçamento completo da obra no modelo de bloco de concreto e sem considerar as tecnologias sustentáveis. Para o estudo de caso do presente artigo, foram realizados orçamentos transformando a construção em uma residência ecológica e com as devidas tecnologias sustentáveis, onde os custos encontrados foram planilhados por etapas. Dentre as etapas da obra, algumas destacam-se por ter um menor custo de construção em relação ao convencional, onde, comparando as etapas de fundação, alvenaria, esquadrias e instalações prediais, é possível obter uma redução de custo de 7,55% ou R\$98.488,17 para a construção ecológica contra R\$106.533,32 para a construção em bloco de concreto. Com isto, pode-se observar que em fases diferentes da obra, a construção ecológica possui suas vantagens econômicas, porém, ao adicionar tecnologias voltadas para a sustentabilidade o custo global fica em R\$321.512,00 e a edificação do bloco de concreto possui um gasto de R\$242.491,11; apresentando uma diferença total de R\$79.021,82; sendo este valor abatido com as economias de água e energia elétrica no prazo de 38 anos conforme a tabela que segue:

ECONOMIA DE RECURSOS FINANCEIROS	
Economia de água	R\$ 43.056,00
Economia de energia elétrica	R\$ 60.614,60
Economia total (50 anos)	R\$ 103.670,60
Economia anual	R\$ 2.073,41
Tempo de retorno financeiro	38 anos

Para descobrir o tempo necessário para o retorno do investimento com as tecnologias, é necessário dividir o valor da diferença de ambas as construções (R\$79.021,82) pela economia anual encontrada (R\$2.073,41).

Tijolo ecológico versus alvenaria convencional

Conforme mencionado, o tijolo ecológico é diretamente mais caro em relação a alvenaria convencional (blocos de concreto e tijolos cerâmicos), porém o mesmo influencia em diversos custos indiretos justamente por causar uma significativa redução em tempo de obra e diminuição drástica na produção de entulho, acarretando assim em redução de custos com caçambas para descarte de entulho, redução de custos com equipe técnica (Engenheiro e Mestre de obras), aluguel de maquinário, bota fora, instalações elétricas e hidráulicas e estrutura.

Energia fotovoltaica e foto térmica

Pensando no consumo de energia elétrica e maneiras limpas de se gerar energia, foi utilizado o sistema de painéis fotovoltaicos e foto térmicos. Com a utilização do sistema híbrido, se torna possível a devolução do excesso de energia gerada para a rede da concessionária por meio das placas fotovoltaicas, sendo gerado um “crédito” de kw/h para o usuário quando houver a necessidade, além de possuir uma bateria que armazena energia elétrica, podendo ser usada em apagões e quedas de energia. Para a instalação do sistema considerando o uso de 5 placas fotovoltaicas, é necessário fazer um investimento total de R\$15.500,00 com serviço de instalação e materiais inclusos (conforme anexo 4). Para o cálculo de economia para tal investimentos, foi adotado o consumo per capita da região Sudeste que fica em torno de 700kw por ano segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022) e considerando o preço de R\$0,656 por cada kw/h. Com uma casa para 4 pessoas, o valor gasto com energia elétrica chega em um total de R\$2.020,48 anualmente, onde, considerando o prazo determinado de 50 anos, será gasto um total de aproximadamente R\$101.024,00 apenas com energia elétrica. Com a implantação das placas fotovoltaicas (sistema híbrido) e das placas foto térmicas alcançamos uma economia que fica em torno de 60% do total da fatura da energia, assim, pagando em torno de R\$67,35 por mês. Adotando estes resultados para o prazo estipulado de 50 anos, com a instalação do sistema fotovoltaico em conjunto com o sistema foto térmico será feita uma economia de R\$60.614,40 conforme tabela abaixo



Consumo per capita anual	770 Kw
Preço kw/h	R\$ 0,66
Preço total por ano	R\$ 505,12
Casa com 4 pessoas	R\$ 2.020,48
Custo mensal	R\$ 168,37
Custo em 50 anos	R\$ 101.024,00
Economia	60%
Custo real em 50 anos	R\$ 40.409,60
Economia (R\$)	R\$ 60.614,40

Figura 2 – Cálculo economia de energia elétrica (autoria própria)

Considerando os valores apresentados, o investimento de R\$15.500,00 levaria em torno de 13 anos para ser pago por meio da economia gerada.

Cisterna

Para a prática de economia de água, foi utilizada a cisterna modular de 1.000 litros. De acordo com a tarifa da Sabesp no ano de 2023, o valor mínimo cobrado até 10m³ de consumo de água é de R\$59,80. Para acharmos o valor por litro, foi dividido o valor total por 10 e após por 1.000, chegando num valor total de R\$0,006 por litro de água. Levando em conta que no Brasil, segundo dados da Sabesp (2020), uma pessoa gasta 200 litros de água por dia, sendo 800 litros de água por dia em uma residência com 4 pessoas; atendendo ao prazo de 50 anos estipulado será gasto um total de 14.400 m³, ou seja, R\$86.112,00. Com a utilização da cisterna, segundo Junior (2021) a economia de água pode chegar a 50%, assim, no tempo de 50 anos seria gerada uma economia de R\$43.056,00; de acordo com a tabela abaixo:

DADOS CONSUMO DE ÁGUA	
1 Pessoa anual (Litros)	200,00
4 pessoas (Litros)	800,00
Mensal (Litros)	24000,00
Anual (Litros)	288000,00
Para 50 anos (Litros)	14400000,00
M ³ ao longo de 50 anos	14400,00
Valor do m ³ em 2023	R\$ 5,98
Valor por litro em 2023	R\$ 0,006
Valor gasto em 50 anos	R\$ 86.112,00
Economia com cisterna em 50 anos	R\$ 43.056,00

Figura 3 – Cálculo de economia de água (autoria própria)

Para a instalação do sistema da cisterna, foi necessário um investimento de R\$2.299,00; onde é possível notar que em 3 anos o investimento foi pago apenas com a economia obtida.

Coleta seletiva

Com a implantação das lixeiras para descarte de resíduos sólidos se faz possível a separação adequada do lixo gerado em uma residência, onde, segundo dados destacados pela Agência Brasil (2023) é produzido em torno de 1Kg de lixo por habitante por dia. Com a adoção do sistema de coleta seletiva, grande parte do lixo gerado anualmente seria corretamente descartada e reaproveitada, assim, causando um impacto bem menos agressivo ao meio ambiente.

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

Com a preocupação da sustentabilidade sendo pauta de diversos debates, a Organização das nações Unidas (2015) viu a necessidade de criar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que são 17 práticas criadas com o objetivo de melhorar do planeta nos mais diversos âmbitos, que tem como meta serem realizados até o ano de 2030. Com todos os objetivos bem definidos, é preciso fazer uma análise para o entendimento de quais ODS's serão atendidas com a construção de tal imóvel.

O primeiro objetivo sustentável a ser citado é o nº7, que trata sobre o fornecimento de energia limpa, onde por meio das placas foto térmicas e fotovoltaicas é possível fazer a utilização dos raios solares para fins de aquecimento e geração de energia elétrica, assim atendendo o objetivo 7.1, que de acordo com a Organização das Nações Unidas (2015) “Até 2030, aumentar substancialmente a participação de energias renováveis na matriz energética global”.

Outro objetivo atingido com a construção da residência, é o Objetivo nº11, que se atenta em tornar as cidades e comunidades sustentáveis, onde, tem como principal foco o atendimento do objetivo 11.6, “Até 2030, reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, inclusive prestando especial atenção à qualidade do ar, gestão de resíduos municipais e outros” (Organização das Nações Unidas, 2015).

Deve-se citar também o objetivo sustentável n°12, que coloca em prática o consumo e produção responsáveis, onde, em suas principais cláusulas, são abordadas as temáticas pela Organização das Nações Unidas (2015) o uso eficiente de recursos naturais, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio de reciclagem e incentivar grandes empresas a adotar práticas sustentáveis.

Conclusões

O presente artigo visou apresentar tecnologias e dados voltados a uma construção sustentável, afim de sugerir melhorias ecológicas e ambientais no processo da construção civil, reduzindo os índices de poluição das águas (reduzindo doenças e gastos com saúde), queima de combustíveis fósseis, descarte de resíduos sólidos, melhor otimização do uso de matéria prima, redução do tempo de uma obra, economia e reuso de água, aumentar os índices de energias renováveis e limpas e aumento da qualidade vida. A construção ecológica, apesar de se mostrar 25% mais cara em relação a convencional, apresenta as melhorias sugeridas no âmbito sustentável e ambiental, com a adição da geração de energia fotovoltaica, reuso de águas pluviais por meio da cisterna, tratamento de esgoto com o biodigestor e coleta seletiva de resíduos sólidos. Na comparação orçamentária da casa ecológica versus a convencional (bloco cerâmico e concreto), ficou evidenciado que a obra ecológica apresenta um custo maior devido as tecnologias envolvidas no processo, porém, com os dados apresentados é mostrada uma perspectiva de redução de custos ao longo do tempo para a construção da edificação, visto que o governo tem aumentado a infra estrutura de geração de energia limpa e taxas de coleta e tratamento de esgoto, oque resultaria em um menor custo global da obra. Visto que o planeta Terra atualmente saiu do estado de aquecimento global e entrou em estado de ebulição global, é necessário reeducar e repensar a maneira que o mercado da construção civil vem se desenvolvendo ao longo dos anos, onde o presente artigo tem como principal relevância conscientizar a proteção ambiental. Pensando em construções convencionais que tem seu custo total mais em conta, as mesmas tendem a prejudicar o planeta que já possui índices de poluição e devastação ambiental elevados e que estão longe de apresentar uma melhora, abrindo espaço para um questionamento: “Economizar e prejudicar gerações futuras com a devastação do planeta ou investir nas tecnologias sustentáveis para garantir sua melhora?”

Referências

ÁGUA no mundo. Disponível em <<https://www.gov.br/ana/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/cooperacao-internacional/agua-no-mundo>>. Acesso em: 12 Outubro 2023.

ANUÁRIO, estatístico de energia elétrica 2022 (Junho 2022)
Disponível em <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Fact%20Sheet%20-%20Anu%C3%A1rio%20Estat%C3%ADstico%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%202022.pdf>> Acesso em 28 Outubro de 2023.

Brasil bate recorde de expansão da energia solar em 2023. 10/10/2023
Disponível em: <www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/brasil-bate-recorde-de-expansao-da-energia-solar-em-2023> acesso: 02 Novembro de 2023

CASTRO, Neyliane Maranhão de; SILVA E. Minelle. PRÁTICAS DE CONSUMO SUSTENTÁVEL: A DINÂMICA DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DAS TEORIAS DA PRÁTICA. REUNA, Belo Horizonte - MG, Brasil, v. 27, n. 4, p. 01 a 21. 2022

CUNHA, Ananda Helena Nunes et al. O REÚSO DE ÁGUA NO BRASIL: A IMPORTÂNCIA DA REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA NO PAÍS: ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.13; 2011 Pág. 1225

DICAS de economia.
Disponível em <<https://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=140>> Acesso em: 02 Novembro 2023.

EM 2017, o Brasil consumia 6,3 litros d'água para cada R\$ 1 gerado pela economia.
Disponível em:
<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/27607-em-2017-o-brasil-consumia-6-3-litros-d-agua-para-cada-r-1-gerado-pela-economia#:~:text=Ag%C3%A2ncia%20de%20Not%C3%ADcias-Em%202017%2C%20o%20Brasil%20consumia%206%2C%20litros%20d',R%24%201%20gerado%20pela%20economia&text=Em%202017%2C%20o%20consumo%20total,%2C8%20trilh%C3%B5es%20de%20litros>

FAIS B.B; SOUZA D.S. Construção sustentável com tijolo ecológico. Revista Engenharia em Ação UniToledo, Araçatuba, SP, v. 02, n. 01, p. 94-108, jan./ago. 2017.

GASQUES, Ana Carla Fernandes et al. Impactos Ambientais dos materiais da construção civil: Breve Revisão Teórica; Maringá, v. 23, p. 13-24, 2014

IPTU Verde: guia completo para a sustentabilidade em residências e edifícios (2022). Disponível em: <https://www.3tc.com.br/blog/iptu-verde/#O_programa_IPTU_Verde>. Acesso em 23 Outubro 2023.

LÔBO, André Luiz de Souza; FRANCISQUINI, Vitor José Rodrigues. Sustentabilidade na construção: como aplicá-la e os benefícios das práticas sustentáveis na Engenharia Civil.

Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, Curitiba, v.5, n.3, p. 3019-3035, jul./set., 2022

MATRIZ Energética brasileira: o que é e do que é composta. Times de Raízen power e sustentabilidade da raízen 14/04/2023. disponível em: <www.raizen.com.br/blog/matriz-energetica-brasileira> acesso em: 07 Outubro 2023.

MELO, João de Jesus Silva; DIA, Maria Jailma Moura; OLIVEIRA, Ariovaldo Umbelino. A água e sua proteção legal no Brasil e acre: considerações sobre a legislações dos recursos hídricos. UÁQUIRI: Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia. Publicado em: 15/07/2022.

OLIVEIRA, Larissa Jhennifer Conceição Oliveira et al. Gestão de resíduos: uma análise sobre os impactos da geração de rejeitos na construção civil. Braz. J. of Develop., Curitiba, v. 6, n.5, p.24447-24462 may.2020.

OS benefícios do uso das cisternas. 10 de jul. de 2021
Disponível em <<https://www.esajr.com/post/os-benef%C3%ADcios-do-uso-das-cisternas>>
Acesso em: 02 Novembro de 2023.

RELLA, Ricardo. Energia Solar Fotovoltaica no Brasil. Revista de Iniciação Científica, Criciúma, v. 15, n. 1, 2017

RICHTER, A. Carlos; NETTO, José M. de Azevedo. Tratamento de água: Tecnologia atualizada. Publicado pela editora Blucher 1º edição - 1991, 13º reimpressão – 2018

SILVA, Heitor Marques Francelino da; ARAÚJO, Francisco José Costa. Energia solar fotovoltaica no Brasil: Uma bibliográfica. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação. São Paulo, v.8.n.03. mar. 2022

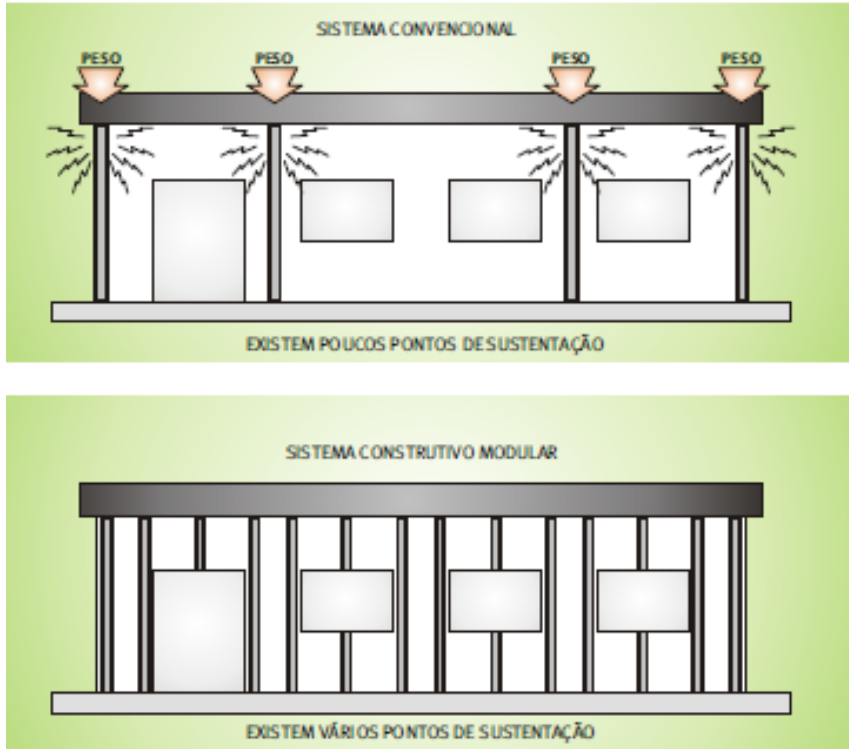
SOBRE o nosso trabalha para akcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil (2019)
Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>> Acesso em: 28 de Outubro de 2023

TAKENAKA, Edilene Mayumi Murashita; CRUZ Miguel Francisco da; CRUZ, Érika Mayumi Kato. Tratamento de água e esgoto: Estudo de caso em um município do interior paulista. Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades, v. 03, n. 17, 2015, pp. 162-175

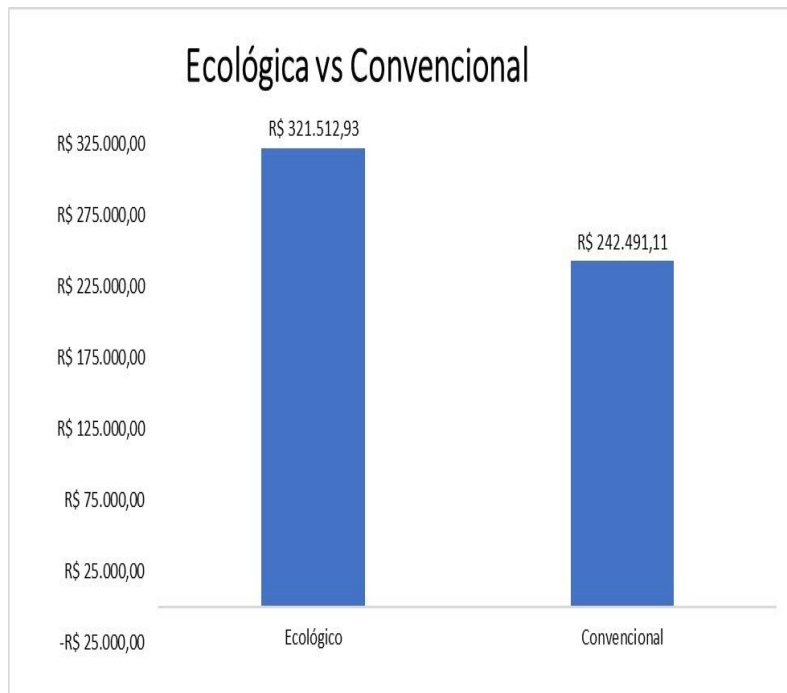
TIJOLO ECOLOGICO MODULAR (2019) Disponível em: <www.ecoproducao.com.br>
Acesso em: 28 de Outubro de 2023

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

Anexos



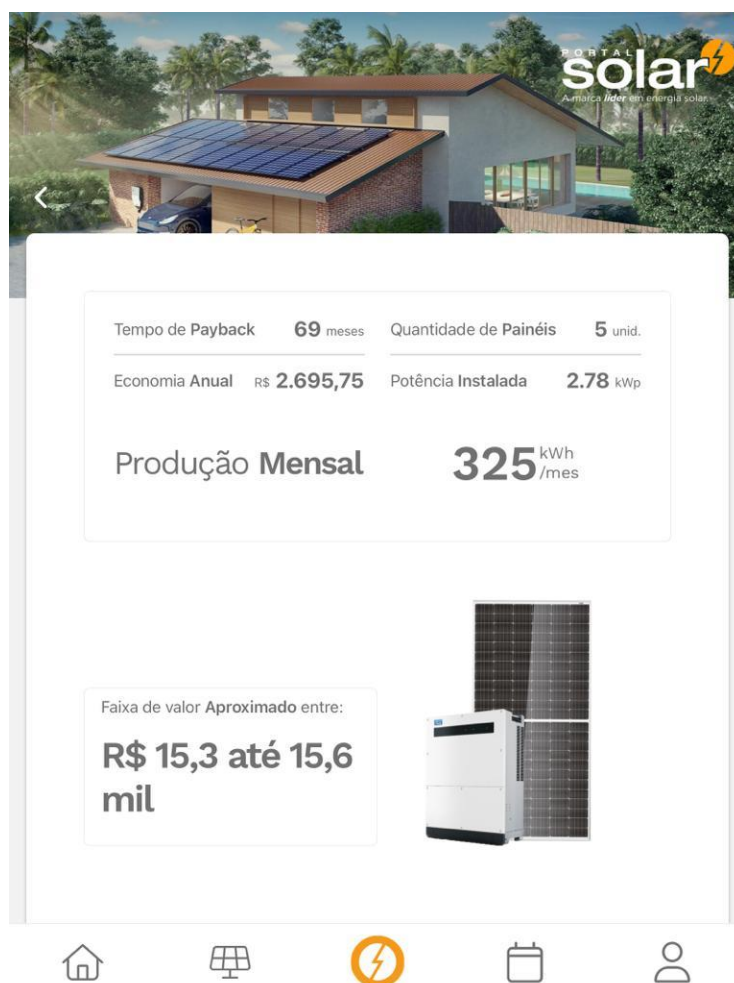
Anexo 1 – Estrutura convencional versus Tijolo Ecológico



Anexo 2 – Comparação entre custos finais

CONSTRUÇÃO ECOLÓGICA				Ecologico	Convencional
ETAPAS	MATERIAL	M.O	TOTAL	Total com BDI	Mat + M.O
Serviços Preliminares	R\$ 2.918,60	R\$ 4.400,00	R\$ 7.318,60	R\$ 12.797,97	R\$ 7.318,60
Terraplanagem	R\$ 903,90	R\$ 903,90	R\$ 1.807,80	R\$ 7.287,17	R\$ 2.340,00
Fundação	R\$ 27.468,46	R\$ 4.047,45	R\$ 31.515,91	R\$ 36.995,28	R\$ 24.079,93
Estrutura	R\$ 7.138,31	R\$ 6.248,38	R\$ 13.386,69	R\$ 18.866,06	R\$ 33.218,66
Alvenaria	R\$ 11.642,40	R\$ 7.559,64	R\$ 19.202,04	R\$ 24.681,41	R\$ 24.134,86
Esquadrias	R\$ 12.967,10	R\$ 1.489,40	R\$ 14.456,50	R\$ 19.935,87	R\$ 35.661,95
Cobertura	R\$ 17.907,12	R\$ 5.654,88	R\$ 23.562,00	R\$ 29.041,37	R\$ 10.168,87
Revestimento/Acabamento	R\$ 68.087,45	R\$ 33.055,87	R\$ 101.143,32	R\$ 106.622,69	R\$ 80.151,66
Instalações Prediais	R\$ 18.731,81	R\$ 14.581,91	R\$ 33.313,72	R\$ 38.793,09	R\$ 22.656,58
Serviços Finais	R\$ 2.460,00		R\$ 2.460,00	R\$ 2.460,00	R\$ 2.760,00
Cisterna (1000 litros)			R\$ 2.299,00	R\$ 2.299,00	R\$ 0,00
Energia Fotovoltaica (5 Placas)			R\$ 15.500,00	R\$ 15.500,00	R\$ 0,00
Biodigestor (600 litros)			R\$ 1.170,00	R\$ 1.170,00	R\$ 0,00
Aquecimento Solar (Boiler 200 lts)			R\$ 4.872,00	R\$ 4.872,00	R\$ 0,00
Descarte de residuo solido (5 Lixeiras)			R\$ 191,00	R\$ 191,00	R\$ 0,00
Total			R\$ 272.198,58	R\$ 321.512,93	R\$ 242.491,11
				Ecológico	Convencional
				R\$ 321.512,93	R\$ 242.491,11

Anexo 3 – Planilha comparativa Ecológica versus Convencional



Anexo 4 – Orçamento Energia Fotovoltaica



CREA
Conselho Regional de
Engenharia e Agronomia



Cisterna Vertical Modular 1000 Litros. Reúso de Água

A partir de

R\$ 2.299,00

R\$ 1.839,20



Anexo 5 – Orçamento Cisterna Modular



Anexo 6 - Planta da residência



Anexo 6 - Planta 3D da residência

VALOR TOTAL	R\$ 242.491,11	100,00%
TOTAL MAT.	R\$ 160.860,18	66,34%
TOTAL SERV.	R\$ 74.799,93	30,85%
TOTAL OUTROS	R\$ 6.831,00	2,82%
CONFERÊNCIA	✓	

Anexo 7 - Orçamento inicial da residência (Finamor arquitetura)



Versão do CopySpider: 2.2.2
Relatório gerado por: gustavohd87@gmail.com
Modo: web / normal

Arquivos	Termos comuns	Similaridade
TCC NO TFMPI ATF NOVO - 17_11.doc X https://www.terra.com.br/planeta/meio-ambiente/coleta-seletiva-o-que-e-como-funciona-tipos-e-cores_d63c6a869c2a2eb9c5a1e5c42cef85804tgybpr5.html	71	0,87
TCC NO TEMPLATE NOVO - 17_11.doc X https://www.decorfacil.com/tijolo-ecologico	70	0,73
TCC NO TEMPLATE NOVO - 17_11.doc X https://blog-parceiros.ifood.com.br/coleta-seletiva	55	0,62
TCC NO TEMPLATE NOVO - 17_11.doc X https://casaconstrucao.org/materiais/tijolo-ecologico	51	0,60
TCC NO TEMPLATE NOVO - 17_11.doc X https://www.blok.com.br/blog/tijolo-ecologico	52	0,59
TCC NO TEMPLATE NOVO - 17_11.doc X https://blog.juntososmosmais.com.br/profissional-de-obra/tijolo-ecologico	38	0,48
TCC NO TEMPLATE NOVO - 17_11.doc X https://portal.loft.com.br/tijolo-ecologico	36	0,44
TCC NO TEMPLATE NOVO - 17_11.doc X https://www.teachy.com.br/questoes/ensino-medio/energia-sustentavel/tecnologia_e_aplicacoes_da_energia_eolica/o-brasil-possui-um-dos-maiores-potenciais-eolicos-do-mundo-e-um-parque-gerador-em-constante-expansao	32	0,40
TCC NO TEMPLATE NOVO - 17_11.doc X https://www.tuacasa.com.br/tijolo-ecologico	27	0,32
TCC NO TEMPLATE NOVO - 17_11.doc X https://www.escolaengenharia.com.br/tijolo-ecologico	26	0,32

Anexo 8 - Relatório anti plágio