



FACULDADE FASIPE DE CUIABÁ
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

MAYCON ALVES DA SILVA

CONSTRUÇÕES DE INTERESSE HABITACIONAL EM EPS

CUIABÁ-MT
2022

MAYCON ALVES DA SILVA

**CONSTRUÇÕES DE INTERESSE HABITACIONAL EM
EPS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade FASIFE Cuiabá, como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil

Orientador: Cristiano Zandona dos Santos

CUIABÁ-MT
2022

MAYCON ALVES DA SILVA

**CONSTRUÇÕES DE INTERESSE HABITACIONAL EM
EPS**

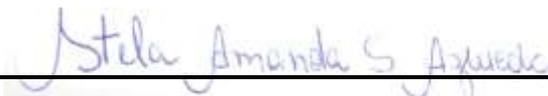
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade FASIPE Cuiabá, como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil

Orientador: Cristiano Zandoná dos Santos

BANCA EXAMINADORA



Prof. Esp. Cristiano Zandoná dos Santos



Prof^a. Msc. Stela Amanda S. Azevedo



Prof. Esp. André Luis Moreira

Cuiabá/MT, 11 de fevereiro de 2022

Dedico este trabalho a Deus. Sem ele nada seria possível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me fortalecido ao ponto de superar as dificuldades e também por toda saúde que me deu e que permitiu alcançar esta etapa tão importante da minha vida.

À minha família e amigos, que nunca desistiram de mim e sempre me ofereceram amor, eu deixo uma palavra e uma promessa de gratidão eterna.

A todas as pessoas que de alguma forma fizeram parte do meu percurso, eu agradeço com todo meu coração.

Por último, mas, não menos importante, ao meu orientador, professor Cristiano que sábia e pacientemente indicou o melhor caminho para a confecção deste trabalho.

*Nenhuma Engenharia constrói caráter, mas com
caráter se faz os melhores engenheiros.*

Jordan Lucas

SILVA, da Alves Maycon. **Construções de Interesse Habitacional em EPS**. 2022. 41 p. Trabalho de Conclusão. Bacharel em Engenharia Civil – Faculdade FASIPE, Cuiabá, 2022.

RESUMO

Sabe-se que o permanente aumento demográfico faz com que as ocupações territoriais ocorram de formas mais velozes, desordenadas e ausente de planejamentos. Desta forma, o homem contemporâneo tem como grande desafio o descobrimento de metodologias para alcançar níveis de desenvolvimentos pautados na sustentabilidade, que empreguem ao máximo os potenciais ambientais proporcionados pela natureza sem agredi-la simultaneamente. Essa demanda habitacional se configura entre os mais sérios problemas sociais que o Brasil enfrenta. Segundo Souza (2002) calcula-se que o *déficit* de habitação para as famílias de baixo poder aquisitivo tenha ultrapassado os 7 milhões de moradias. Uma das dificuldades para erradicar esse problema, além do elevado número de casas a serem construídas, são os custos elevados desses empreendimentos da construção civil. Avaliar métodos sustentáveis e em seguida aplicá-los nas edificações, novas ou já construídas, é uma forma inteligente, além de eficaz de diminuir impactos ambientais sem, entretanto, abrir mão de comodidade e bem-estar. O método construtivo em painel monolítico de *EPS* - Poliestireno Expandido, popularmente conhecido como isopor® originou-se de projetos do processo da industrialização imobiliária italiana, foi idealizado inicialmente para zonas sujeitas consideradas suscetíveis à incidência de terremotos. Impulsionado por programas de moradias. O objetivo geral procurou descrever as vantagens e desvantagens proporcionadas pela metodologia construtiva *EPS*; descrever o que se constitui um método construtivo em *EPS*; descrever a viabilidade dessa metodologia construtiva para os diferentes tipos de moradias. O tipo de pesquisa realizado neste trabalho foi uma Revisão de Literatura, na qual constou de consulta a livros, dissertações e em artigos científicos relacionados a essa temática e selecionados através de busca em bases de dados livros, sites confiáveis que serão referenciados na bibliografia. O Poliestireno Expandido - *EPS* vem sendo utilizado cada vez mais como material para construção civil, devido principalmente à sua baixa densidade e capacidade de isolamento termo-acústico. Sua incorporação permite reduzir a potência de refrigeração dos sistemas de condicionares de ar, buscando maiores condições de conforto aliada à economia nos gastos anuais com energia elétrica.

Palavras-chave: Método Construtivo; Poliestireno Expandido.

SILVA, da Alves Maycon. **Constructions of Housing Interest in EPS**. 2022. 41 p. Trabalho de Conclusão. Bacharel em Engenharia Civil – Faculdade FASIFE, Cuiabá, 2022.

ABSTRACT

It is known that the permanent demographic increase causes that the territorial occupations occur in forms faster, disorderly and absent of plans. In this way, contemporary man has a great challenge the discovery of methodologies to reach levels of development based on sustainability, that make the most of the environmental potentials provided by nature without attacking it simultaneously. This housing demand is one of the most serious social problems facing Brazil. According to Souza (2002), It is estimated that the housing deficit for low-income households has exceeded 7 million homes. One of the difficulties to eradicate this problem, besides the high number of houses to be built, is the high costs of these civil construction projects. Evaluating sustainable methods and then applying them to buildings, new or already built, is a smart and effective way to reduce environmental impacts without, however, giving up comfort and well-being. The EPS monolithic constructional method - Expanded Polystyrene, popularly known as isopor[®] originated from projects in the process of Italian real estate industrialization, was originally designed for subject areas considered susceptible to earthquake incidence. Driven by housing programs. The general objective sought to understand with a basis in a literary revision what are slabs in EPS in the constructive principle. Likewise, in the specific objectives as support of the general objective they sought to describe the advantages and disadvantages provided by the constructive EPS methodology; describes what constitutes a constructive method in EPS; to describe the feasibility of this constructive methodology for the different types of housing. The type of research carried out in this work was a Review of Literature, which consisted of consultation of books, dissertations and scientific articles related to this theme and selected through searching databases, reliable sites that will be referenced in the bibliography. Expanded Polystyrene - EPS has been increasingly used as a civil construction material, mainly due to its low density and thermo-acoustic insulation capacity. Its incorporation allows to reduce the cooling power of the air conditioning systems, seeking greater comfort conditions coupled with the economy in the annual expenses with electric energy.

Keywords: Constructive Method; Expanded polystyrene slab.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Preparação da fundação da edificação	18
Figura 2 - Fundação rasa (radier), pronta para receber os painéis	19
Figura 3 - Painel monolítico em EPS.....	20
Figura 4 - Trabalho de encaixe dos painéis sobre o radier.....	20
Figura 5 Modelo de tubulação executado no ato da edificação.....	21

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. METODOLOGIA	15
3. VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS SISTEMA CONSTRUTIVO EM EPS...	15
3.1 SUA ORIGEM	16
3.2 BLOCOS DE POLIESTIRENOS EXPANDIDOS	17
3.3 TÉCNICAS E FASES DE CONSTRUÇÕES EM EPS.....	18
3.4 FATORES AMBIENTAIS E TERMAIS.....	22
3.5 VANTAGENS E DESVANTAGENS.....	23
4. EDIFICAÇÕES EM EPS COMO MÉTODO CONSTRUTIVO SUSTENTÁVEL ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.	
4.1 CONSTRUÇÃO CIVIL E SUSTENTABILIDADE.	26
4.2 MÉTODOS CONSTRUTIVOS ALTERNATIVOS.....	28
5. A VIABILIDADE E CUSTO BENEFÍCIO DO EPS PARA DIFERENTES TIPOS DE MORADIAS	30
5.1 DEMANDA POR MORADIAS NO BRASIL.....	31
5.2 VIABILIDADE DO MÉTODO CONSTRUTIVO EM <i>EPS</i>	32
5.3 CONFORTO TÉRMICO.	33
5.4 VIABILIDADE DO EPS EM MORADIAS POPULARES.....	35
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
REFERÊNCIAS	39

1. INTRODUÇÃO

Projetos sustentáveis são metas buscadas praticamente em todos os países, já que existe maior conscientização da sociedade com as consequências do mau uso dos recursos naturais em todas as escalas de atuação da sociedade humana. Posto isso, os empreendimentos da construção civil que tanto contribuem para o desenvolvimento de uma nação, produz, por sua vez grandes quantidades de resíduos, considerando que obras naturalmente produzem grandes quantidades de resíduos que ocasionam diversos problemas, com consequências negativas diretas ao meio ambiente.

A atividade humana exerce impacto direto no meio ambiente. Qualquer atividade pode ocasionar à deterioração, poluindo ou mesmo esgotando os recursos naturais disponíveis que se desgastam ou deterioram com as intervenções humanas, contribuindo, dentre outras coisas, com mudança do clima, escassez de chuvas em determinadas regiões ou ausência dela em outras. A construção civil é necessária e está intimamente ligada à qualidade de vida das pessoas, porém, figura-se entre as ações que mais produzem impactos ambientais. Posto isso, as práticas sustentáveis em métodos construtivos têm como meta diminuir os conflitos ambientais provocados pelas construções, nos espaços construídos e seus entornos (MARICATO, 2011).

Existe ao redor do mundo diferentes modalidades de edificações, e são empregadas diferentes técnicas de engenharia no sentido de proporcionar bem-estar aos seus moradores. Nesse sentido, diferentes materiais são empregados visando a garantia dessas condições. A localização geográfica, os costumes locais, o solo, os recursos disponíveis para habitação, enfim, um conjunto desses fatores contribuem para que seus ocupantes tenham além de segurança, proteção térmica. E muitas inovações no mercado imobiliário se deram com o advento da revolução industrial, que colocou à disposição desse setor uma gama de produtos destinados à construção civil, como exemplo de novo material, citam-se os modelos construtivos a partir do concreto armado (FERREIRA, 2012).

No campo da engenharia existe uma permanente procura para a solução de isolamentos térmicos, enfim, busca-se proteger as construções a fim de proporcionar níveis desejados de confortos térmicos, seja no sentido de proteger do frio ou calor

excessivo, visando desta forma reduzir despesas excessivas com eletricidade. Não se trata de um isolamento somente de coberturas ou fachada com modalidades construtivas que isolam, mas trata-se de proteger componentes da estrutura. Essa prática já é comum em outras nações mais desenvolvidas e preocupadas com o bem-estar termal, bem como com a acústica nos domicílios (BONDUQUE, 2013).

O setor imobiliário brasileiro tem sido de certa forma pouco adepto de inovações tecnológicas concernentes a métodos construtivos. Embora se tenha conhecimentos e recursos disponíveis, diversos materiais que se apresentam como possíveis soluções ainda não foram incorporados aos métodos construtivos, desta forma, os processos de edificação tradicionais permanecem como grandes referências na hora de construir. A abordagem desse tema é importante por apresentar informações relevantes para essa questão ora avaliada, justamente para facilitar a forma de análise do comportamento das estruturas construtivas, a classificação dos mais variados tipos de ambientes e suas causas. Desta maneira esse conteúdo é de extrema relevância, justamente para ajudar a elaborar formas de resoluções e de interpretação do problema do bem-estar no interior dos domicílios, que pode causar desconforto e com estudo da geografia local, avaliação de condições climáticas permanente antecipado podem proporcionar um ambiente agradável.

Na construção civil contemporânea, uma das principais preocupações da engenharia é o bem-estar dos futuros ocupantes de uma edificação, pois esse tem se consolidado como um ingrediente importante para assegurar tranquilidade e segurança. Dessa forma, numa abordagem teórica, esse relatório se propôs a discutir o seguinte problema: Quais as vantagens da metodologia construtiva em EPS?

No objetivo geral, buscou-se compreender e descrever as vantagens e desvantagens proporcionadas pela metodologia construtiva EPS; descrever o que se constitui um método construtivo em EPS; analisar a viabilidade dessa metodologia construtiva para os diferentes tipos de moradias.

2. METODOLOGIA

O método empregue nesse trabalho de pesquisa foi uma revisão bibliográfica, e por assim ser, não foi submetido ao comitê de ética e os dados serão descritos conforme a interpretação colhida de diferentes autores. A realização da pesquisa se deu através de consultas feitas em livros, monografias e em artigos científicos relacionados a essa temática.

Realizou-se um estudo descritivo de revisão de literatura com abordagem qualitativa sobre o tema proposto, a partir das análises de artigos indexados nas principais bases de dados em bibliotecas virtuais e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e Google Acadêmico.

Os critérios de inclusão na seleção dos artigos serão: idioma da publicação ser em português (BR), artigos cuja temática seja a relação entre o tema ora abordado que é construções de interesse habitacional em EPS e optou-se por referenciais teóricos publicados entre 2000 e 2020, entretanto, sabe-se que existem publicações fora desse interregno temporal como a própria legislação vigente no País e outras consideradas importantes para o corpo do trabalho e que serão utilizadas e referenciadas ao final do mesmo. Disponibilidade na íntegra dos artigos, de forma online e gratuita. Como critério de exclusão, indica-se: artigos não disponíveis em sua integralidade; artigos de revisão de literatura e/ou integrativa e editorial incompletos/inconclusos.

3. VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS SISTEMA CONSTRUTIVO EM EPS

As constantes buscas por desenvolvimento de processos construtivos, alinhados com a necessidade do mercado contemporâneo, faz com que o sistema construtivo do tipo modular seja um processo altamente vantajoso, considerando que o mesmo apresenta os requisitos de rapidez, qualidade, sustentabilidade e competitividade, conforto térmico, acústico e impermeabilidade (MOTOYAMA, *et al.*, 2014).

3.1 SUA ORIGEM

O método construtivo em painel monolítico de EPS - Poliestireno Expandido, popularmente conhecido como isopor® originou-se de projetos do processo da industrialização imobiliária italiana, foi idealizado inicialmente para zonas sujeitas consideradas suscetíveis à incidência de terremotos. Desta forma, as propostas tinham a finalidade de produzir estruturas monolíticas autoportantes que agregassem componentes de isolamentos térmicos e acústicos completamente à prova das intempéries comuns na região (ISOLITE, 2001).

Este método foi criado por uma empresa da Itália que se chamava à época Monolite, por volta do ano de 1980 e que, naquele período, o chamou igualmente de sistema Monolite e foi homologado naquele mesmo com o *Certificato d'Idoneita* Técnica emitida em 1985 pelo Instituto Giordiano (ALVES, 2015).

Presente em mais de vinte países em todos os continentes, o método construtivo em EPS - poliestireno expandido – que era empregado nas edificações brasileiras a algum tempo, porém, por ser um sistema construtivo eficiente, esta aceitação se expandiu nos últimos anos para outros setores no âmbito da construção, como caixão perdido, isolamento, juntas de dilatação e alicerce de autoestradas. De modo recente, esse método tem ganhado ampla notoriedade no implemento de lajes (OLIVEIRA, 2006).

Opostamente aos pensamentos de se tratar de um princípio construtivo prematuro, o método de construção com parede levantada a partir de painel produzido na metodologia em EPS e malhas de aço começou a ser utilizado nas edificações brasileira a menos de 40 anos. Tendo sido colocado sob análise do IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas Paulista que após as análises exibiu para esse

material resultado positivo. Embora não exista no Brasil eventos tão adversos, a adaptação desse princípio construtivo ocorreu de modo satisfatório com amplo emprego em desenhos arquitetônicos variados e em função de seus benefícios e praticidades de implemento explicadas por seus adeptos, construtores, fornecedores a metodologia construtiva difundiu-se de maneira mais rápida que a esperada por seus idealizadores (OLIVEIRA, 2006).

Outro fator de extrema relevância nesse princípio construtivo refere-se a sua ecoeficiência que se justifica por obras limpas com baixas gerações de detritos, ínfimo contágio da água, solo e ar, e baixo desperdício de água na implementação da obra, considerando ainda ser uma composição de materiais totalmente recicláveis. Adiciona-se a isso a segurança de o material ter propriedades retardantes a chamas, com elevados níveis de eficiências termo/acústicas, inerentes e resistentes à ataque de agentes biológicos aferem garantia à metodologia empregada. Sem esquecer das qualidades como facilidades de fixação da tubulação, facilidades de transportes em razão de se tratar de produtos leves e compactos, disponibilidades em várias espessuras atribui novidade e economias por ser um princípio construtivo racional com diminuição de desperdício de materiais, diminuição da utilização de aços (JJ DESIGN, 2016).

3.2 BLOCOS DE POLIESTIRENOS EXPANDIDOS

Na intenção de estabelecer uma compreensão de dispositivos legais de edificação segura, habitabilidades e sustentabilidades, é igualmente relevante que se fale dos produtos compõem esse método construtivo, que se compreendem nos seguintes itens, aço galvanizado, concreto e poliestireno expandido - EPS. Com destaque para o material de maiores volumes e inovações – considerando os princípios de construção imobiliária brasileiro mais frequentemente usado -, é o Poliestireno Expandido.

O *EPS* refere-se a um acrograma universal do Poliestireno Expandido e conforme a delimitação normatizada pelo DIN ISO-1043/78. O poliestireno Expandido é reconhecido no Brasil como “Isopor ®” é uma marca patenteada. Trata-se de uma transformação derivada do plástico celular consistente, proveniente da indústria petrolífera por meio das polimerizações de estirenos em líquido.

Fundamentalmente, vários tipos de polimerização de combinações químicas gerarão o conhecido: PVC, amidos, proteínas e borrachas sintéticas. Para aperfeiçoar as características do poliestireno, em particular suas resistências a chamas, são adicionados outros produtos químicos que tem a função de neutralizar a ação do fogo sua etapa de polimerização, e se apresenta, desta forma o produto com contornos granulados, de aspectos vítreos (ABRAPEX, 2016).

3.3 TÉCNICAS E FASES DE CONSTRUÇÃO EM EPS

Nos estudos divulgados em Techne (2012) assevera-se que para iniciar a edificação procede-se às atividades inerentes a qualquer construção como a preparação do terreno a ser utilizado na construção. O preparo da fundação é feito, em conformidade com a avaliação da estrutura da obra.

Figura 1 – Preparação da fundação da edificação



Fonte: Souza (2019).

O sistema hidrossanitário, elétrico, de telefonia e outros, além de segurança e, que possam provocar interferência no radier, são dispostos primeiro, ou seja, antes de começar a colocar o concreto na fundação. As tubulações são aterradas e niveladas junto ao solo para que seja lançada a concretagem do piso. Concluída essa etapa do contra piso, o mesmo vai servir como base para que as atividades da edificação possam ser desenvolvidas de forma mais limpa e eficiente (MONOLITE, 2017).

A fundação comumente é do tipo radier, executada com concreto $f_{ck} = 20$ MPa, com profundidade de 18 cm, correspondendo à especificação de projeto, assentado sobre lastro drenante de 5 cm de brita no 1, impermeabilizada com manta de PAD de 200 g/m². As resistências características do concreto são definidas em razão dos aspectos de durabilidades e resistência estrutural, conforme NBR 6.118. A armadura do radier é geralmente constituída por tela de aço CA-60 soldada com malha de 10 cm x 10 cm. Podendo ser simples ou dupla, a depender da concepção de estrutura, que analisa as tensões atuantes e as condições do solo no local de implantação da obra, conforme mostra a Figura 1 (PINATT; ALMEIDA; MORI, 2015).



Figura 2 - Fundação rasa (radier), pronta para receber os painéis

Fonte: Souza (2019).

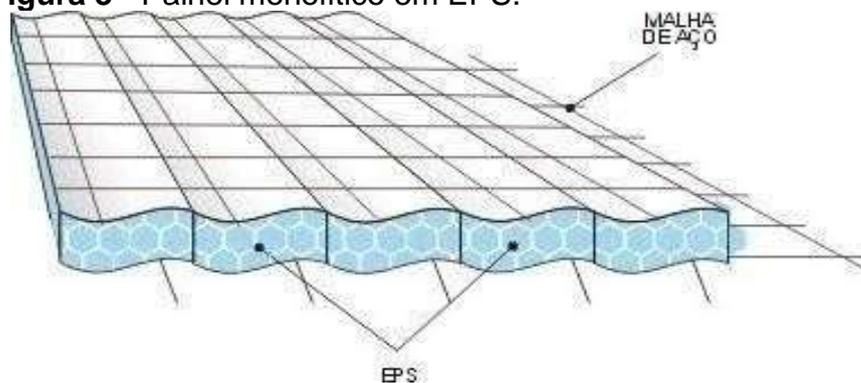
Depois do acabamento das redes de esgotos, junto à armação do alicerce, precisarão ser posicionados os arranques de aço na vertical, que permanecerão esperando que os painéis sejam fixados, que costumam apresentar o seguinte padrão:

Estes possuem dimensões de 3,4 mm a 5 mm com 50 cm de comprimento, destes 30 cm deve ficar acima do piso para ancoragem, que alinhados pelo gabarito da obra serão dispostos a 20 cm de distância entre si. Essas barras de aço podem ser engastadas posteriormente, perfurando a fundação e fixando-as com graute ou produto equivalente, com o mínimo de 10 cm de engastamento e ancoragem mínima de 50 cm para os painéis, conforme a locação e as definições do projeto (TECHNE, 2012).

Depois de concretar o alicerce da edificação iniciam-se os processos de montagens de bases, alinhamentos e aprumos dos referidos painéis para que sejam levantadas as paredes. Os montadores devem afixar cada painel no arranque de antemão colocado com o ajuda de grampeadores com gancho de aço, ou meramente amarra-se com arames recozidos e alicates. Estes painéis possuem aba de malhas de aço que se sobrepõem, para que sejam ligados ao próximo painel (MONOLITE, 2017).

Os trabalhos de montagens poderão ser facilitados caso esses painéis sejam numerados. Por se tratar de um material leve, esse painel é manejado e assentado em sua posição adequada por apenas operário da obra, significando com isso a aceleração e instalação e, igualmente não se demanda um grupo específico de trabalho especial (ALVES, 2015).

Figura 3 - Painel monolítico em EPS.



Fonte: Machado (2017).

Figura 4 - Trabalho de encaixe dos painéis sobre o radier.



Fonte: Souza (2019).

Após a fase de instalação de todos os painéis, a próxima etapa vai tratar dos posicionamentos das tubulações elétricas e hidráulicas encravadas nas paredes. No método de construção em EPS, as acomodações são bem práticas, pois trata-se de uma intervenção célere e limpa, já que não ocorrem quebras de materiais para aberturas de roços, como nos procedimentos construtivos comuns (COELHO, 2015).

Realizados esses procedimentos, sarrafeia-se com régua de alumínio tipo H, verticalmente na ordem de baixo para cima, impedindo que microconcretos dentes caiam no piso. Essa primeira fase de sarrafeamentos tem como proposta básica a retirada dos excessos de materiais projetados na parede e fazer uma regularizar de forma linear a superfície. Em se verificando as existências de necessidades de correções em microconcretos aplicados posteriormente a essa etapa de sarrafos, precisam ser refeitas as projeções, ajustando o que estiver irregular (TECHNE, 2012).

É importante que se ressalte aqui que no sistema construtivo em EPS é desnecessária quebra de paredes já prontas para instalação de tubulação como se fazem nas construções tradicionais em alvenaria, evitando desta forma o retrabalho, as tubulações são encravadas nos painéis no momento de sua fixação na parede.

Figura 5 - Modelo de tubulação executado no ato da edificação.



Fonte: Machado (2017).

A imagem supramencionada mostra como a colocação de tubulações durante a obra pode evitar desperdícios de materiais e mão de obra e por fim garantir menor tempo na entrega da construção.

2.4 FATORES AMBIENTAIS E TERMAIS

Sobre as condicionantes ambientais, primeiramente é importante o reconhecimento da zona climática na qual o projeto está implantado, para que se possa utilizar dos métodos da arquitetura bioclimática orientados às características climáticas particulares. Segundo Lamberts, Dutra e Pereira (1997), a arquitetura bioclimática é uma arquitetura que “busca utilizar, por meio de seus próprios elementos, as condições favoráveis do clima com o objetivo de satisfazer as exigências de conforto térmico do homem” (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 1997, p.104). Ou seja, a arquitetura bioclimática objetiva o bom uso dos recursos ambientais, adiando ou minimizando o consumo da energia para prover o conforto térmico.

A norma de desempenho térmico para edificações NBR 15220 (2005) categoriza o território brasileiro em 8 zonas bioclimáticas e suas respectivas diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social, de acordo com as características climáticas apresentadas em cada setor. Apesar de, a arquitetura de interesse social, não ser o enfoque do projeto, a resolução das zonas e premissas são apropriadas para o processo.

Conforme D’Amico (2000), projetos construtivos baseados em arquiteturas bioclimáticas fundamentam-se na adaptação e no uso positivo das condicionantes impostas ambientalmente e materiais e se constituem em práticas que partem dos estudos prévios da condição climática local e suas variações, bem como a ajustamento da futura edificação atendendo a essas nuances climáticas para abrigo e/ou uso dos diferentes métodos adequados.

Dentre os quesitos que necessita de muito destaque nos na engenharia bioclimática trata-se do bem-estar termal proporcionado pela edificação construída, considerando que, “conforto térmico é um estado de espírito que reflete a satisfação com o ambiente térmico que envolve o usuário” (ASHRAE, 1993).

Conhecer os métodos de conservação do ambiente resulta-se numa diminuição de pelo menos 15% dos gastos com eletricidade num empreendimento onde essa questão é observada. A utilização do EPS em edificações civis, por exemplo, constitui-se numa metodologia com viabilidade comprovada, carecendo somente de maior publicidade de suas características. EPS, corresponde a 65% da demanda nas edificações no continente europeu, por sua vez, Brasil utiliza tão-somente 4% desse método construtivo em suas edificações (KRÜGER *et al.*, 1999).

Tem-se a consciência que mesmo servidos em abundância, os recursos hídricos do Brasil estão se limitando, embora se tenha também a noção do alto custo de produção e distribuição de energia elétrica no país devido aos altos investimentos, o que tem gerado um temor pelo seu racionamento. Desta forma, em se mantendo os níveis de aumento de consumos especialmente no setor habitacional, certamente outros colapsos de abastecimentos irão acontecer. Nesse sentido, é imprescindível que se considere conservação de energia como fatores determinantes na compreensão de novas edificações, até mesmo no que com relação ao material a ser utilizado como fator determinante de temperatura.

3.5 VANTAGENS E DESVANTAGENS

Uma das grandes vantagens do sistema construtivo em *EPS* está relacionada à redução de energia elétrica no setor imobiliário, as edificações em EPS podem garantir uma economia de até 15% de energia elétrica. As estruturas de células lacradas, preenchidas de ar, dificultam passagens do calor o que afere notoriamente ao *EPS* uma elevada capacidade de isolamento. Confortos termais acústicos; Diminuição considerável nos gastos de eletricidade. A massa volumar do isopor varia em os 10-30 kg/m³, o que permite reduções substanciais de peso nas edificações quando empregue como método de construção. Reduz a utilização de materiais normalmente utilizados nos métodos construtivos comuns nos canteiros; diminuição da densidade e materiais no alicerce (BARBIERI, 1990).

No *EPS* não está presente nenhuma importância nutritiva, logo, microrganismos e fungos não encontram ali um ambiente apropriado para se alojar. Durabilidades dos materiais. Embora ser bem leve, o isopor possui resistências mecânicas elevadas, que possibilita sua utilização de forma segura no ambiente

construtivo. Resistência dos materiais; bem-estar hidrotérmicos. Flexibilidades na sua manipulação, é com facilidade cortado e moldado. Possui resistência química capaz de ser compatível com a maioria dos materiais usados na construção civil, tais como cimento (BARBIERI, 1990).

Conforme Tessari (2006), com referência à desvantagem, as baixas aderências do reboco ao EPS têm sido determinadas como fator relevantes dessa resistência. Desta forma, blocos específicos de EPS para preenchimento de laje industrializada foram produzidos com a finalidade de tornar mínimos estes aspectos das baixas aderências.

Ainda no quesito desvantagens pode-se perceber ao longo dessa pesquisa: restrições para financiar uma obra nesse modelo construtivo para execução da obra; exigências de mão de obras especializadas; barreiras (preconceitos) culturais em relação a qualidade do produto; e em relação à edificação em *EPS* em si, dificuldades na projeção de rebocos e a deformação mais frequente na execução das paredes.

O *EPS* em exposição a calor acima dos 80°C, inicia-se um processo de degradação de seu núcleo. Nas hipóteses de incêndios, essas temperaturas são espontaneamente superadas e, com a essência danificada, existe perdas de estabilidades da construção. Nas edificações em *EPS* recomenda-se blindagens dos rede elétrica para impedir quaisquer contatos.

Instalação elétrica mal dimensionada no interior do painel pode provocar aquecimento da fiação, gerando algumas chamas. Por isso, só é aconselhável a passagem das instalações elétricas por dentro dos painéis se forem os produtos PUR ou PIR. É possível projetar os dutos para passem na parte interna dos painéis (SILVA, 2003 p. 28).

Nessa análise da revisão de literatura procurou-se fazer uma síntese das principais vantagens e desvantagens do sistema construtivo em *EPS*, embora compreenda-se a amplitude dessa discussão e se tem a consciência da limitação da abordagem aqui, deixa-se como sugestão de análise os vários teóricos que foram listados no referencial bibliográfico.

Outra vantagem do sistema construtivo em *EPS* é que em regiões de muito calor como no Brasil, especialmente nas regiões Centro Oeste, Nordeste e Norte por apresentar calor extremo praticamente o ano todo, considerando o bem-estar

proporcionado pela questão térmica em relação às edificações construídas no método tradicional, a metodologia construtiva é apresentada como um sistema eficiente em tais circunstâncias climáticas, suscitando, desta forma redução no consumo de eletricidade e como consequência, ampliando a qualidade de vida dos ocupantes.

4. EDIFICAÇÕES EM EPS COMO UM MÉTODO CONSTRUTIVO SUSTENTÁVEL

A permanente ampliação demográfica mundial faz com que as expansões territoriais ocorram com contornos mais velozes, desordenadas e sem planejamentos. Desta forma, a sociedade contemporânea se vê diante de um dos maiores da história humana que é abrigar, construir moradias para suprir as demandas ao mesmo tempo que precisa proteger sob diversos aspectos o meio ambiente como um desses desafios do homem moderno. Desta forma, descobrir metodologias para se desenvolver de maneira sustentável, que aproveitem ao máximo os potenciais que a natureza proporciona ao mesmo tempo que mantém sua preservação.

Se apropriar de tecnologias sustentáveis e em seguida aplicá-las nos edifícios, novos ou já construídos, é uma maneira eficiente de reduzir impactos ao meio ambiente sem, no entanto, influenciar no conforto e bem-estar dos moradores. Esta sessão descreverá algumas técnicas construtivas que demonstram que o progresso pode se aliar à preservação ambiental.

4.1 CONSTRUÇÃO CIVIL E SUSTENTABILIDADE

A partir dos anos de 1960, as populações urbanas têm aumentado significativamente em função do êxodo rural, e isso tem provocado reflexos diretos nas questões ambientais. No Brasil, posteriormente às crises como a crise petrolífera, após os anos de 1950, o mundo começou a ter outra ótica acerca das questões ambientais e esse evento trouxe expôs os problemas suscitando debates filosóficos, políticos e sociais (BARBOSA, 2008).

Ao setor da construção civil é um dos campos que mais promovem impactos ambientais negativos. Conforme Araújo e Cardoso (2010, p. 2) “A etapa de construção de um edifício responde por uma parcela significativa dos impactos negativos causados ao meio ambiente, principalmente os consequentes às perdas de materiais e à geração de resíduos [...]” Mas não somente nesta fase se reduzem os conflitos.

Os autores supracitados asseveram em sua obra *Análise dos aspectos e impactos ambientais dos canteiros de obras e suas correlações* que a representação

dos conflitos das indústrias da construção civil é prontamente percebida em diferentes aspectos, sejam eles negativos ou positivos. Criação de empregos, forte participação no Produto Interno Bruto do país, elevação do consumo de água e outros consumos de matéria prima são alguns dos aspectos ressaltados (ARAÚJO; CARDOSO, 2010).

Sobre sustentabilidade na construção civil, Araújo (2010, p. 2) em um documento para a Instituto para o Desenvolvimento da Habitação – IDHEA, ecológica classifica nove passos para uma edificação com traços de sustentabilidade, conforme o autor, são que os principais métodos de avaliação e certificação de obras sugerem:

Planejamento Sustentável da obra 2. Aproveitamento passivo dos recursos naturais 3. Eficiência energética 4. Gestão e economia da água 5. Gestão dos resíduos na edificação 6. Qualidade do ar e do ambiente interior 7. Conforto termo acústico 8. Uso racional de materiais 9. Uso de produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis (ARAÚJO, 2010, p. 2).

Atender integralmente esses desses quesitos é decisiva para que um empreendimento da construção civil seja considerado, de fato de sustentabilidade. Araújo (2010), novamente em seu artigo, explora cada item:

1. Planejamento do ciclo de vida da edificação - ela deve ser econômica, ter longa vida útil e conter apenas materiais com potencial para, ao término de sua vida útil (ao chegar o instante de sua demolição), ser reciclados ou reutilizados. Sua meta deve ser resíduo zero; 2. Aproveitamento dos recursos naturais – como sol, umidade, vento, vegetação - para promover conforto e bem-estar dos ocupantes e integrar a habitação com o entorno, além de economizar recursos finitos, como energia e água; 3. Eficiência energética - resolver ou atenuar as demandas de energia geradas pela edificação, preconizando o uso de energias renováveis e sistemas para redução no consumo de energia e climatização do ambiente; 4. Eficiência na gestão e uso da água – economizar a água; tratá-la localmente e reciclá-la, além de aproveitar recursos como a água da chuva; 5. (...) (ARAÚJO, 2010, p. 3).

Conforme Adam (2006) apud Sala (2006, p. 15) as edificações ecológicas não são uma volta às soluções primitivas, mas sim a reunião de novas tecnologias aos naturais admirados, sem arranhar o ambiente e sem o desperdício de materiais, objetivando sempre à otimização de uma vida saudável.

4.2 MÉTODOS CONSTRUTIVOS ALTERNATIVOS

Por algum tempo profissionais de engenharia civil debatiam a ideia de o Brasil apresentar novos conceitos construtivos utilizados em larga escala em outros países, passando das formas artesanais para outros mais tecnológicos. O cenário contemporâneo do setor mudou consideravelmente, pois, o governo sentiu, a partir da pressão social que a ausência de moradias acarreta a necessidade de impulsionar a edificação de conjuntos habitacionais para famílias de baixa renda e em grande escala, para populações desprovidas de um teto que agrupassem agilidade na edificação e produto final de qualidade (KLEIN; MARONEZI, 2013).

Com esta visão, as organizações do ramo da construção civil se apressaram para procurar e oferecer metodologias construtivas que pudessem atender à essas necessidades como o *Steel Frame* e o Sistema de painéis Monolíticos compostos por *EPS*.

Atendendo à legislação vigente no Brasil, a Norma DIN ISO 1043 de 1978 determina como *EPS* o acrograma apropriado ao Poliestireno Expandido. Esta se constitui numa das maneiras que o Poliestireno - PS, está disponibilizado no mercado, junto com o Cristal ou Standard e os Poliestirenos de Altos Impactos (HIPS) (BNDES, 2002).

O material derivado do Poliestireno Expandido - *EPS*, reconhecido nacionalmente como Isopor, trata-se de uma espuma rigorosa que é desenvolvida devido à dilatação de resinas termoplásticas PS em sua polimerização. Conforme o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (2002, p. 125) “esta dilatação ou expansão é efetivada ao injetar um agente químico na etapa de reação da polimerização.

O emprego do *EPS* no comércio é amplo em razão de suas às suas propriedades. Trata-se de um produto comprovadamente isolante, leve, fácil de trabalhar, de baixo custo, integralmente reaproveitável e reciclável, não possui odores, entre outras propriedades. É utilizado desde as indústrias de embalagens e utilidades domésticas até agricultura, porém o setor que mais tem se destacado com o uso desse produto é o setor da construção civil (ABRAPEX, 2006).

A abrangência do *EPS* nas edificações da construção civil já é uma prática a décadas por nações industrializadas da Europa, América do Norte, Oceania e

Oriente, entretanto, foram nos últimos 35 anos que o material conquistou uma posição estável no setor. “Resistente, simples de recortar, leve e durável, é o melhor material para preenchimento de rebaixos ou vazios necessários a vários métodos construtivos, sobretudo lajes e painéis pré-fabricados ou semi-industrializados” (ABRAPEX, 2006, p. 8).

Conforme Tessari (2006, p. 40) “há sistemas construtivos muito bem desenvolvidos para produzir painéis autoportantes para construção civil. Com o desenvolvimento da argamassa armada com núcleo de EPS podem-se obter peças estruturais bem delgadas.”

No método construtivo em *EPS* os painéis possuem espessuras de 50 mm ou 80 mm e são dispostos conforme o projeto, travando-se um ao outro por meio de amarrações com abas de transpasse de arames. Realizam-se as instalações dos reforços com peças de telas estruturais tipo L, tipo U e tipo Lisa (TERMOTECNICA, 2012).

Em todo o perímetro interno das aberturas (portas, janelas, passagem de ar condicionado, etc.) são colocadas armaduras de reforço com peças tipo U, fixadas com arame recozido. Nos cantos de todas as aberturas, nas duas faces dos painéis, são aplicados outros reforços com armaduras tipo Lisa 30 cm x 60 cm, dispostas diagonalmente. [...] No encontro entre paredes, cantos ou paredes em T, são aplicados reforços com armadura tipo L e Lisa tanto na face interna, quanto na face externa, na altura total do pé-direito, com fixação feita em arame recozido (TERMOTECNICA, 2012, p. 65).

Embora tenha-se citado as vantagens do método construtivo supracitado ao longo desta sessão, os aprendizados sobre sustentabilidade não devem ser encarados como modismo e sim como uma necessidade de homem se relacionar com o meio ambiente sem causar prejuízos a esse. As práticas sustentáveis são pouco empregadas na construção civil. E conclui-se que este fato ocorre por diferentes motivos como: o desconhecimento delas, o medo de arriscar em algo novo e sair da zona de conforto, a cultura, os costumes e a quebra de paradigmas por parte da população e a pouca divulgação por parte dos fornecedores.

5. A VIABILIDADE E CUSTO BENEFÍCIO DO *EPS* PARA DIFERENTES TIPOS DE MORADIAS

5.1 A DEMANDA POR MORADIAS NO BRASIL

A demanda habitacional se configura entre os mais sérios problemas sociais que o Brasil enfrenta. O *déficit* de habitação para as famílias de baixo poder aquisitivo esteja em torno de 7 milhões de moradias. Uma das dificuldades para erradicar esse problema, além do elevado número de casas a serem construídas, são os custos elevados desses empreendimentos da construção civil (JORGE, 2013).

Diante dessa problemática, a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), órgão do governo federal, vem subsidiando e financiando iniciativas que visem a redução dessa carência habitacional, como o Programa de Tecnologia para Habitação (HABITARE) e Minha Casa Minha Vida, cuja meta é examinar novos recursos tecnológicos para baratear a construção de casas para famílias de baixa renda com qualidade, no país. As indústrias da construção civil procuram de constantemente, material alternativo ecologicamente correto, que venha ao encontro das condições de diminuição de despesas, celeridade de implementação e durabilidades. Assim sendo, faz-se necessária a pesquisa e o desenvolvimento de métodos capazes de estabelecer soluções técnicas e economicamente viáveis para o uso de recursos renováveis pelos setores da construção civil (SOUZA, 2002).

Segundo os dados coletados e mensurados pela Fundação João Pinheiro, ano base de 2019, o déficit habitacional em todo o Brasil era de 5,8 milhões de moradias. O estudo também apresentou uma tendência de ampliação dessa falta de moradias. Uma das causas para esse crescimento é o ônus excessivo com aluguel urbano, hoje caracterizado como o principal componente do déficit. Nos quatro anos considerados pelo estudo, o número de casas desocupadas por conta do valor alto do aluguel saltou de 2,814 milhões em 2016 para 3,035 milhões em 2019 (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2020).

Desde o ano de 2005, tem-se percebido no campo da construção civil tem se expandido no Brasil, panorama que se amplia às construções residenciais unifamiliares (casa). Nessa conjuntura, e acompanhando os aumentos de demandas junto aos mercados construtivos, existe um evidente aumento nas concorrências

entre as incorporadoras/construtoras e/ou. Deste modo, o acréscimo da concorrência tem demandado das corporações no Brasil melhores aproveitamentos de seus expedientes financeiros através de inovações táticas das empresas. Segundo Holz e Monteiro (2008), em função do desenvolvimento no começo do século XX, as cidades seduziram muitas pessoas, pois havia uma enorme oferta de trabalho no campo industrial.

Quase 82% do povo brasileiro habita em espaços urbanos, porém, esse evento culminou na constituição de uma grande quantia de espaços não regularizados nos maiores núcleos urbanos, por simples falta de políticas públicas voltadas à habitação (HOLZ; MONTEIRO, 2008).

Ancorados pelo significativo aumento demográfico mundial e avanços tecnológicos no campo da construção civil, fez a opção por buscar princípios de edificação mais ajustados às possibilidades econômicas da classe operária, ao mesmo tempo em que resolvia parte do problema que é o *déficit* de moradias, mirando o acréscimo de produção e redução do desperdício de matérias prima, acolhendo a crescente necessidade de moradia. No Brasil, a construção civil é majoritariamente artesanal e este procedimento construtivo proporciona pouca produtividade e elevados índices de inutilização de materiais (SANTIAGO, FREITAS, CRASTO, 2012).

Sofrendo forte pressão pelo caos social que a ausência de moradias provoca, o Governo Federal, com a finalidade de atenuar o *déficit* de habitação popular brasileiro, estabeleceu vários projetos habitacionais direcionados às moradias populares. Em 2013, segundo a Caixa Econômica Federal o programa “Minha Casa Minha Vida” teve como meta a entrega de oitocentos e sessenta mil casas para famílias com rendimentos de até Mil e Seiscentos Reais à época. Impulsionado por programas de moradias, viu-se um vertiginoso aumento no número de edificação de casas populares, motivando a obrigação da procura de novas metodologias construtivas, mirando máxima produtividade e sem perder a qualidade das residências mínimos (BRASIL, 2015).

5.2 VIABILIDADE DO MÉTODO CONSTRUTIVO EM EPS

A sociedade moderna vive uma era de novos recursos tecnológicos em todos os setores econômicos, dentre eles a construção civil, e uma destas tecnologias é o uso do EPS (Poliestireno Expandido) nas lajes pré-moldadas, devido à rapidez que essa tecnologia veio, muitas pessoas não conhecem quais são seus principais benefícios na construção.

O que diferencia esse tipo de sistema construtivo dos demais é o seu fácil manuseio e a leveza das placas, que facilitam sua operação em lugares de difícil acesso ou condições climáticas adversas. Também proporciona a diminuição da mão de obra já que os painéis são produzidos industrialmente e apenas montados no canteiro de obra reduzindo assim significativamente a geração de resíduos e desperdícios no processo construtivo (SOUZA; GOMES, 2012).

Como no caso da alvenaria que desperdiça em média 30 % de materiais na fase de execução, e de todo desperdício mundial 50% provem da construção civil o que é um número preocupante, sendo necessário à adoção de medidas para diminuir esse percentual, e é aí que entram métodos construtivos menos impactantes como o sistema construtivo monolítico (SOUZA; GOMES, 2012).

Porque em um tempo breve as construções menos agressivas ao meio ambiente e que consomem menos recursos naturais é que dominarão o mercado. Um fato que vale apenas ressaltar é que esse sistema não necessita quebrar as paredes para passar tubulações como a alvenaria convencional, sendo elas embutidas nas placas (SOUZA; GOMES, 2012).

Existe no Brasil um elevado número de famílias que vivem em más condições, ou por assim dizer, impróprias quanto à alimentação, ensino, saneamento e habitação. Com vistas a suprir essas deficiências, muitos projetos públicos foram desenvolvidos, com a finalidade de edificar e proporcionar casas de interesses sociais, que possam atender às necessidades básicas ansiáveis dessas famílias de baixas rendas (MENEZES, 2006).

A informação sobre as características térmicas dos materiais em determinados métodos construtivos constitui o ponto de partida para abordagem do problema da transferência de calor através dos fechamentos opacos das edificações. Assim, escolhendo-se corretamente o tipo de material a ser utilizado nas construções, pode-

se chegar à concepção de sistemas alternativos capazes de reduzir a parcela da carga térmica solar que é transmitida para o interior das habitações que é uma das preocupações do poder público, pois uma edificação sem o planejamento do consumo de eletricidade pode inevitavelmente gerar outro problema para os seus moradores, especialmente num país predominantemente tropical como o Brasil (BEZERRA, 2003).

Desta forma, o conforto termal, está intimamente relacionado à temperatura interna desse imóvel, sendo componente essencial para o aconchego do ambiente, eficaz para a sensação de bem-estar, humor e bom realização das atividades dos seus moradores. Circunstâncias em que prevaleça o desconforto, determinadas sejam por temperaturas extremas, falta de ventilação adequada, umidade excessiva combinada com temperaturas elevadas, ou radiação térmica devida a superfícies aquecidas, podem ser bastante prejudiciais. Alguns efeitos físicos desse desconforto podem ser sonolência, alteração de batimentos cardíacos e aumento de sudorese. Psicologicamente também se observam alguns efeitos como a apatia e desinteresse pelo trabalho (SANTANA, 2001).

Têm diversas metodologias contemporâneas empregadas para diminuição do consumo de energia destinada à obtenção de conforto térmico. Na pesquisa desenvolvida, consideraram-se os efeitos da variação da densidade na taxa de transferência de calor através de paredes construídas com blocos de um compósito a base de gesso e resíduos de isopor como matéria-prima na fabricação de elementos construtivos apresenta vantagens do ponto de vista técnico (por exemplo, desempenho térmico) quanto dos pontos de vista econômico e ambiental (FRANCKLIN; AMARA, 2008).

O *EPS* é também destaque num critério relevante, insetos como cupins e traças não comem o *EPS*, o que difere da madeira por exemplo, que ao passar dos tempos, esses insetos se alojam causando consideráveis danos à estrutura da residência.

5.3 CONFORTO TÉRMICO

Como já mencionado ao longo dessa pesquisa, a construção civil gerida pelo sistema convencional ocasiona diferentes impactos no meio ambiente dada a sua

grande quantidade de resíduos produzidos, o que por sua vez, ele absorção de calor. Posto isso, e como uma das possíveis soluções a esse problema, sugere-se a utilização painéis modulares leves, compostos de EPS entre duas malhas de arames soldadas. Já faz alguns anos que o poliestireno expandido, é aplicado nas atividades da construção civil, cumpre, dentre outras funções a exigência normativa de bem estar térmico, desempenhos estruturais e de impermeabilidades (OLIVEIRA, 2013).

Para uma melhor definição de conforto térmico, precisa-se advertir que por ser homeotérmico, os homens necessitam manter o permanente calor interno de seus corpos; independentemente das variações de temperaturas externas ambiental. Esta estabilização é mantida por um aparelho orgânico denominado termorregulador, que faz a troca térmica a partir das mudanças de ambientes por meio de intervenções fisiológicas para manter a temperatura ideal do organismo (BEZERRA, 2003).

Os equilíbrios e variações térmicas entre corpos e clima dependerão das circunstâncias ambientais, como temperaturas do ar radiante que varia de lugar para lugar, temperaturas radiantes térmicas, umidades relativas e circulação de ar, bem como questões particulares, e neste caso, cita-se: atividades desenvolvidas, taxas de metabolismo e absorção térmica das roupas. O conjunto dessas alteráveis, mesmo que desiguais, proporcionarão percepções idênticas, que significa a sensação de confortos térmicos (BEZERRA, 2003).

Um empreendimento imobiliário concentra energia térmica de fonte externa por meio do mecanismo de convecção e radiação. A variação de temperaturas de suas faces externas eleva-se em relação às temperaturas iniciais e, desta forma, como a temperatura da face interna é mais baixa que a externa, acontecerá o fluxo de temperaturas por condução na direção dessa última. A amplitude desses fluxos dependerá, entre outros pontos a serem considerados, as espessuras das paredes, da disposição calorífica dos materiais empregues na edificação, e suas densidades, bem como de suas condutividades térmicas. Em decorrência do aumento da temperatura, existirão fluxos de temperatura da face interior da parede para o ambiente interior da edificação, por meio dos mecanismos de convecção e radiação (BEZERRA, 2003).

Em suas análises sobre métodos construtivos, Bezerra (2003) usou em sua apreciação experimental dos desempenhos térmicos de sistema construtivo, neste

caso, parede, produzido com bloco de concretagem leve com *EPS's* como agregados graúdos. Comparou-se os efeitos com aqueles adquiridos com blocos de concreto comuns às construções no Brasil, que comprovaram sua viabilidade da utilização do bloco de concreto leve tanto em relação às resistências mecânicas como no que diz respeito aos desempenhos térmicos.

5.4 VIABILIDADE DO *EPS* EM MORADIAS POPULARES

A propriedade mais importante do *EPS* é sua capacidade de resistir à passagem do calor. Isto se deve a sua estrutura celular, que é constituída por milhões de células fechadas com diâmetros de alguns décimos de milímetros e com paredes de 1 mm. Esta espuma é composta de aproximadamente por 2% de poliestireno e 98% de ar. Assim o fator decisivo para a boa capacidade de isolamento térmico o *EPS* é o de manter, permanentemente, uma grande quantidade de ar, quase imóvel, dentro das suas células (SOUZA, 2002).

A capacidade de isolamento térmico é expressa no Coeficiente de Condutibilidade térmica. Um coeficiente menor denota uma capacidade de isolamento térmico superior. Note-se, que para obter um efeito isolante numa aplicação construtiva, para além do CCT o outro fator determinante é a espessura da camada isolante empregue. O CCT do *EPS* depende principalmente da sua massa volumétrica, diminuindo com o aumento da massa volumétrica (TESSARI *et al.*, 2006).

Para efeito de cálculo, o valor do CCT do *EPS* é de 0,04 [W/m²C]. Assim com um emprego de massa volumétrica apropriada, de matérias primas específicas, bem como a adaptação das condições de fabrico, é possível a obtenção de valores de CCT inferiores (TESSARI *et al.*, 2006).

O Poliestireno Expandido (*EPS*) vem sendo utilizado cada vez mais como material para construção civil, devido principalmente à sua baixa densidade e capacidade de isolamento termo-acústico. Sua incorporação permite reduzir a potência de refrigeração dos sistemas de condicionares de ar, buscando maiores condições de conforto aliada à economia nos gastos anuais com energia elétrica.

Além da sua capacidade isolante, as características de baixa densidade, resistência e facilidade de manuseio têm contribuído para o material ocupar uma posição estável na construção civil (MENEZES, 2006).

O conhecimento de técnicas de conservação pode resultar numa redução de até 15% do consumo de energia pelo setor produtivo. O uso do EPS em obras civis, por exemplo, é uma tecnologia comprovadamente viável para conservação de energia, necessitando apenas maior divulgação de suas qualidades. Na Europa, a construção civil responde por 65% do consumo de EPS, enquanto no Brasil chega a apenas 4% (KRÜGER *et al.*, 1999).

Medeiros et al, 2006, realizaram uma análise experimental de EPS triturado para ser usado em blocos de cimento para alvenaria de vedação, em substituição parcial ao agregado natural presente nos blocos. Quando submetidos a ensaios experimentais para determinação de absorção de água, porosidade e resistência à compressão, foram obtidos resultados satisfatórios em relação às Normas da ABNT.

6. METODOLOGIA

O método empregue nesse trabalho de pesquisa foi uma revisão bibliográfica, e por assim ser, não foi submetido ao comitê de ética e os dados serão descritos conforme a interpretação colhida de diferentes autores. A realização da pesquisa se deu através de consultas feitas em livros, monografias e em artigos científicos relacionados a essa temática.

Realizou-se um estudo descritivo de revisão de literatura com abordagem qualitativa sobre o tema proposto, a partir das análises de artigos indexados nas principais bases de dados em bibliotecas virtuais e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e Google Acadêmico.

Os critérios de inclusão na seleção dos artigos serão: idioma da publicação ser em português (BR), artigos cuja temática seja a relação entre o tema ora abordado que é construções de interesse habitacional em EPS e optou-se por referenciais teóricos publicados entre 2000 e 2020, entretanto, sabe-se que existem publicações fora desse interregno temporal como a própria legislação vigente no País e outras consideradas importantes para o corpo do trabalho e que serão utilizadas e referenciadas ao final do mesmo. Disponibilidade na íntegra dos artigos, de forma online e gratuita. Como critério de exclusão, indica-se: artigos não disponíveis em sua integralidade; artigos de revisão de literatura e/ou integrativa e editorial incompletos/inconclusos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É indispensável que haja modelos sustentáveis de desenvolvimento dentro das indústrias do setor imobiliário, e que esses modelos de sustentabilidade estejam presentes não apenas nas grandes, como também nas pequenas edificações, haja visto que elas se somam em maioria, alinhando preocupação ambiental e bem estar dos ocupantes, gerando, desta forma, diminuição de conflitos com o meio ambiente. Posto isso, como alternativa possível para a construção de moradias com baixos impactos ambientais, este trabalho focou no emprego do *EPS*, como forma alternativa que pode atender as empresas do ramo da construção civil, pelas razões supra expostas.

Com base nas leituras realizadas, identificou-se os benefícios do *EPS* em diferentes setores do ramo imobiliário, a saber: material flexível e a presença de práticas sustentáveis nas edificações e canteiros. No entanto, constatou-se nessa pesquisa que ainda se utiliza o material em sua maioria das vezes para suprir as demandas acústicas e térmicas do ambiente, evidenciando a ausência de cultura para outros fins numa obra.

Mediante o mercado que exige cada vez mais a busca de um sistema que viabilize construções mais céleres, com menos resíduos sólidos no canteiro, mão de obra especializada, ambientes versáteis, bonitos e bem planejados, que possua garantia de qualidade, agilidade e ainda leve em consideração o bem-estar do meio ambiente, ficou claro a evidência da construção em *EPS* na indústria da construção civil

As moradias, geralmente, devem proporcionar condições térmicas apropriadas ao conforto de seus ocupantes e a legislação brasileira endossa esse pensamento, conforme bem expresso nas sessões desse trabalho. Este trabalho de revisão de literatura, debruçou-se sobre as análises da viabilidade do método construtivo com *EPS*. Trata-se de um sistema leve, logo, já apresenta a primeira de uma série de vantagens em relação aos demais sistemas.

Ao caminhar por entre as linhas dessa revisão literária poder-se-ia encontrar outras conveniências para a adoção desse sistema construtivo em *EPS*. O principal objetivo deste estudo foi procurar estabelecer uma compreensão do que seria de fato esse sistema construtivo. Sabe-se que a utilização de produtos isolantes, ou

empregar métodos de isolamento artificial ou natural tornam a qualidade do bem-estar dentro dos ambientes mais aconchegante e agradáveis, sem elevar o consumo de eletricidade que também é uma das preocupações dos profissionais da Engenharia Civil que devem ser imprimidas nas edificações contemporâneas.

É notório ainda que a combinação construção modular e EPS deram muito certo, aliando o conforto térmico, rapidez na execução, agilidade na entrega da edificação, tem-se um sistema de construções ideais para que busca pelo melhor, e por se tratar de um processo construtivo industrializado o mesmo se torna inovador e sustentável, pois gera menos resíduos sólidos no canteiro e como consequência menos desperdícios. Apesar de não ter sido levantado os custos desse tipo de construção, é evidente, somente pelas qualidades e benefícios mostrados em todo trabalho, que a construção modular com utilização de painéis IPS é de alta competência e atende a todos os requisitos de uma obra convencional.

Conclui-se que diante do avanço da tecnologia na área da engenharia civil uma boa parte dos profissionais estão atentos as novas tecnologias e que uma parte não está conseguindo acompanhar esse avanço e que a falta de informação maior é da parte técnica do produto, destacamos aqui a importância de estar se atualizando às novas tecnologias para que possamos diminuir custos e trabalhar com mais qualidade e sustentabilidade.

Este projeto alcançou seu objetivo inicial que era de apresentar como viável o princípio construtivo e ao longo de seus capítulos procurou descrever de forma clara e fundamentado nos referenciais teóricos as vantagens e desvantagens, bem como o princípio da sustentabilidade que pode estar presente nesse tipo de edificação, e ainda a viabilidade desse método construtivo para qualquer tipo de moradia.

REFERÊNCIAS

- ABRAPEX. **Manual de utilização** – EPS na construção civil. São Paulo: Pini, 2016.
- ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220: Desempenho Térmico das edificações**. Rio de Janeiro, 2005.
- ALVES, João Paulo de Oliveira. **Sistema Construtivo em Painéis de EPS**. 2015. 221f. Artigo (Graduação) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Católica de Brasília, Brasília.
- ARAUJO, M. A. **A moderna construção sustentável**. São Paulo: IDHEA – Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica 2010. Disponível em: <<http://www.idhea.com.br/pdf/moderna.pdf>> 2010. Acesso em 08 de jul de 2021.
- ARAÚJO, V. M.; CARDOSO, F.F. **Análise dos aspectos e impactos ambientais dos canteiros de obras e suas correlações**. São Paulo: Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil. 2010. 30 p. BT/PCC/544. ISSN 0103-9830.
- ASHRAE. Handbook of Fundamentals. American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers, New York, USA. (1993).
- BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – BNDES. **Poliestireno**. Rio de Janeiro: BNDES, 2002. 21 p. Área e Operações Industriais 1 - AO1. Disponível em <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/relato/poliesti.pdf> Acessado em 08 de jul de 2021.
- BARBIERI, J.C. **Produção e Transferência de Tecnologia**. 1 ed. São Paulo: Ática S.A, 1990.
- BARBOSA, G. S. **O Desafio do Desenvolvimento Sustentável**. Macaé – RJ: Faculdade Salesiana Maria Auxiliadora. Revista Visões 4ª Ed., N.4, V. 1, Jan/Jun 2008. ISSN Versão Online: 1983-2575 Disponível em <http://www.fsma.edu.br/visoes/ed04/4ed_O_Desafio_Do_Developolvimento_Sustentavel_Gisele.pdf> Acesso em 08 de jul de 2021.
- BEZERRA L. A. C. **Análise do Desempenho Térmico de Sistema Construtivo de Concreto com EPS como Agregado Graúdo**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica/UFRN, Natal – RN, f. 64, outubro, 2003.
- BOTELHO, Manoel Henrique Campos. **Concreto Armado eu te amo**, Volume 2, 7ª Edição – São Paulo, 2013.
- BONDUKI, Nabil (2013). “**Do projeto Moradia ao programa Minha Casa Minha Vida**”. Teoria e Debate, n. 82. São Paulo: Fundação Perseu Abramo.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria de Habitação. **Dêficit de moradias no País**. v.1 e 2. Brasília, DF: MEC/SEB, 2005.

_____. Ministério das Cidades. Secretaria de Habitação. **Programas Habitacionais**. v.1 e 2. Brasília, DF: MEC/SEB, 2015.

COELHO, Fabilson Marcio Ferreira. **Ensaio Projetual de um protótipo habitacional em bloco monolítico de EPS**: estudo de caso em Petrolina-PE dezembro/2015. Revista Especialize On-line IPOG, **Goiânia, Edição** nº v. 01, dez./2015. Disponível em: < <https://www.ipog.edu.br/revista-especialize-onlinebusca/?autor=Fabilson%20Marcio%20Ferreira%20Coelho>>. Acesso em 10 de jul de 2021.

D'AMICO, F. Celis. **Arquitectura bioclimática, conceptos básicos y panorama actual**. Ciudades para um futuro más sostenible. Boletín CF+S, nº 14, diciembre 2000. Disponível em: <<http://habitat.aq.upm.es>> Acesso em: 14 de jul de 2021.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Déficit habitacional no Brasil. Belo Horizonte, Projeto PNUD-Sepurb/BRA/93/013, 2020.

FERREIRA, João Setti (org.) (2012). **Produzir casas ou construir cidades?**. São Paulo: LabHab/Fupam.

FRANCKLIN, I.; AMARA L, T.G. Inovação tecnológica e modernização na indústria da construção civil. **Revista Ciência e Praxis**, v.1, n.2, p. 5 10, 2008.

HOLZ, Sheila; MONTEIRO, T. V. A. **Política de habitação social e o direito à moradia no Brasil**. In: X Colóquio Internacional de Geocrítica, 2008, Barcelona. Scripta Nova - Revista Electronica de Geografia y Ciencias Sociales, 2008.

JORGE, Felipe Mignone Quinteiros. **Práticas construtivas capazes de reduzir o tempo de execução de obra**. Rio de Janeiro: UFRJ/Escola Politécnica, 2013.

ISOLITE. **Tecnologia em Construção**. Isolante Termo Acústico. [on line] disponível em: <https://www.isolite.com.br/>. Acesso em 11 de jul de 2021.

JJ DESIGN ARQUITETURA. **Sistemas Construtivos Sustentáveis**. Disponível em: <http://www.jjdesign.com.br/sustentabilidade/sistemas-construtivos-sustentaveis.html>. Acesso em: 11 de jul de 2021.

KLEIN, B. G.; MARONEZI, V. **Comparativo Orçamentário dos Sistemas Construtivos em Alvenaria Convencional**, Alvenaria Estrutural e Light Steel Frame para Construção de Conjuntos Habitacionais. Pato Branco: Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Ambiental. 2013. 141 p.

KRÜGER. G. V. **Avaliação comparativa de desempenho térmico de painéis de vedação para edificações em estruturas metálicas**. In: Anais do 2º Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, Fortaleza, 1999, em CD-ROM.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: PW, 2014.

MACHADO, M., **Materiais Compósitos**, Editora da Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, Cidade do Porto, Portugal, 2017.

MARICATO, Ermínia (2011). O impasse da política urbana no Brasil. São Paulo: **Vozes**.

MENEZES, M. S., **Avaliação do desempenho térmico de habitações sociais de Passo Fundo**, Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Universidade de Passo Fundo, RS, 2006.

MONOLITE. **Sistema construtivo leve**. Disp em: <http://www.monolite.com.br/home>. Acesso em 18 de setembro de 2018.

MOTOYAMA, S. *et al.*, Tecnologia e industrialização no Brasil: uma perspectiva histórica. São Paulo: **Editora da Universidade Estadual Paulista**: Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, 2014. 450 p.

OLIVEIRA, Fabiana, L. **Avaliação do desempenho estrutural de sistemas construtivos inovadores**: estudo de caso. 108 p. Dissertação. Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, SP, 2006.

OLIVEIRA, E. V. **Tecnologia em construções, isolante térmico**: painéis em EPS. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade de Cuiabá, Cuiabá, 2013

SALA, L. G. **Proposta de Habitação Sustentável para Estudantes Universitários**. Ijuí- RS: Unijuí. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil. Dez. 2006. 87 p.

SANTIAGO, A. K.; FREITAS, M. S. A.; CRASTO, C. M. **Steel Framing: arquitetura**. 2.ed. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2012. 152p. (Série Manual da Construção Civil).

SANTANA, M. J. A.; CARNEIRO, A. P.; SAMPAIO, T. S. **argamassas de revestimento**. In: CASSA, J. C. S.; CAR (org.). Reciclagem de entulho para a produção de mat EDUFBA; Caixa Econômica Federal, P 262- 269, 2001.

SILVA, V. G - **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica**. 2003.Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SOUZA, L.M., Viabilidades térmica, econômica de materiais compósitos, 2002.

SOUZA, L.G.M., GOMES, U.U., **Viabilidades térmica, econômica e de materiais da utilização de tubos de PVC como elementos absorvedores em coletores de um sistema de aquecimento de água por energia solar**, Tese de Doutorado do Programa de Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais da UFRN, Natal – RN, 2012.

SOLITE, José O. A. **Caracterização do comportamento geotécnico do EPS através de ensaios mecânicos e hidráulicos**. 227 p. Dissertação. Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, SP, 2001.

TÉCHNE. **Sistemas construtivos**: Painéis monolíticos de concreto. 2012 Disponível em: < <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/188/artigo286963-2.aspx>>. Acesso em 11 de jul de 2021.

TESSARI, J. - Utilização de poliestireno expandido e potencial de aproveitamento de seus resíduos na construção civil (2006).

TERMOTÉCNICA. Sistemas Construtivos Painéis monolíticos de concreto São Paulo: téchne. **Pini Revistas Edição 188** - Novembro/2012. p. 64-69