

## EFICIÊNCIA E SUSTENTABILIDADE: O IMPACTO DA UTILIZAÇÃO DA ARGILA EXPANDIDA NA CONSTRUÇÃO DE CASAS POPULARES

SILVA, Gabrielle Alessandra da <sup>1</sup>; CARDOSO, Ricardo Felício <sup>1</sup>;  
Prof. Me. Rafael Augusto Valentim da Cruz Magdalena <sup>2</sup>  
Universidade São Francisco

[gabrielle.alessandra@mail.usf.edu.com.br](mailto:gabrielle.alessandra@mail.usf.edu.com.br); [ricardo.cardoso@mail.usf.edu.br](mailto:ricardo.cardoso@mail.usf.edu.br);

<sup>1</sup> Aluno do Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Bragança Paulista

<sup>2</sup> Professor Orientador, Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Bragança Paulista

**RESUMO.** A eficiência e a sustentabilidade estão ganhando cada vez mais destaque na construção civil, motivadas pela demanda de diminuição de impacto ao meio ambiente, visando maximizar a utilização de recursos. Os projetos sustentáveis buscam incorporar materiais e métodos que reduzam o uso de energia, produzam menos resíduos e favoreçam o bem-estar ambiental dos residentes. Esta estratégia inclui, por exemplo, a utilização de materiais reciclados ou leves, que diminuem a carga estrutural, bem como tecnologias de isolamento térmico e acústico que reduzem a demanda por sistemas de climatização artificial. A sustentabilidade neste setor não só atende à demanda em ascensão por construções mais sustentáveis, como também valoriza as construções, cumprindo as normas e promovendo o bem-estar e a economia para os habitantes. O objetivo deste artigo é comparar projetos de casas populares construídas com concreto convencional utilizando brita com projetos que utilizam o concreto leve, ou seja, substituem a brita pela argila expandida em seu traço. Para alcançar o objetivo do artigo a metodologia proposta envolve várias etapas sequenciais, revisão bibliográfica, análise de projetos construídos com concreto convencional e leve, caracterização e teste dos materiais, avaliação de custo-benefício e desempenho térmico/acústico. Para além da economia, a argila expandida proporciona vantagens de isolamento, cumprindo os requisitos da NBR 15575. O artigo destaca a sustentabilidade do material, que auxilia na redução do consumo energético e proporciona um ambiente mais aconchegante para os residentes, além de promover métodos de construção mais sustentáveis e eficientes para suprir as necessidades habitacionais de famílias de baixa renda.

**Palavras-chave:** concreto leve; propriedade térmica; propriedade acústica; durabilidade; isolamento.

### INTRODUÇÃO

A engenharia civil, uma das áreas mais antigas do saber humano, tem suas origens em antigas civilizações, tais como os egípcios, responsáveis pela construção das pirâmides, e os romanos, que criaram extensas redes de aquedutos e vias. Com o passar dos séculos, essa área se desenvolveu, incorporando avanços tecnológicos e materiais que possibilitaram a edificação de estruturas cada vez mais sofisticadas e eficientes. Com a expansão urbana e a urbanização acelerada, particularmente a partir do século XX, a indústria da construção civil se deparou com desafios consideráveis, tais como a escassez de moradias e a demanda por infraestrutura básica. Neste cenário, a elaboração de projetos de moradias acessíveis tornou-se crucial para assegurar que as demandas habitacionais da população, especialmente as de menor renda, sejam supridas de maneira digna e sustentável.

A relevância de projetos sociais de moradias acessíveis ultrapassa a simples construção de residências. Eles se esforçam para proporcionar um padrão de vida adequado, incentivando o bem-estar e a saúde dos habitantes. Um elemento fundamental nesses projetos é o cuidado com o conforto acústico e térmico, essenciais para uma vida de qualidade. De acordo com a ABNT NBR 15575 (2021), que define normas para o desempenho de edifícios residenciais, é crucial que as construções ofereçam espaços internos agradáveis, reduzindo a exposição a ruídos externos e controlando a temperatura de maneira apropriada.

Contudo, a diminuição dos custos de construção é um obstáculo a ser superado ao criar projetos para moradias populares. A seleção de materiais de construção é fundamental neste contexto. Muitas vezes, a busca por alternativas mais econômicas pode comprometer a qualidade das construções, afetando diretamente o bem-estar dos moradores. Na procura por alternativas mais econômicas e eficazes, o uso de concreto leve, que substitui a brita por argila expandida, tem se mostrado uma opção promissora e em conformidade com as orientações da NBR 15575 (2021).

Este artigo tem o objetivo de comparar projetos de casas populares que são construídas com concreto convencionais utilizando brita com projetos que utilizam o concreto leve, ou seja, substituem a brita pela argila expandida em seu traço. O artigo foca em como essa troca afeta o desempenho térmico e acústico das residências, além da viabilidade financeira das construções, com ênfase na diminuição de custos associada às fundações. A leveza da argila expandida reduz o peso total das estruturas, reduzindo a pressão sobre as fundações e, conseqüentemente, os gastos com a construção. O artigo também fundamenta-se em estudos científicos que analisam a performance de diversos materiais, para demonstrar que a argila expandida não apenas satisfaz os critérios de conforto e eficácia, mas também é uma alternativa viável e sustentável para moradias populares, maximizando os recursos estruturais e financeiros do projeto.

Em última análise, a procura por métodos inovadores na construção civil, como o uso de argila expandida, evidencia a necessidade de reconsiderar os métodos convencionais e fomentar o crescimento sustentável em zonas urbanas. Ao oferecer todo o conforto proveniente do uso da argila expandida associada ao concreto leve a um custo reduzido, não só podemos aprimorar a qualidade de vida dos residentes de moradias de baixo custo, como também estamos colaborando para um futuro mais sustentável no setor da construção.

### *O que são projetos para engenharia civil*

Na engenharia civil um projeto é elaborado com intuito de planejar todas as etapas e processos que deverão ser seguidos a fim de atingir um objetivo, visando a redução de desperdícios, gastos não previstos e retrabalho.

Segundo Melhado (1994) a definição de projeto deve-se levar em consideração os enfoques de criação, processos e resultados. Deste modo o projeto poderá ser utilizado como uma base de informação tecnológica e gerencial para as etapas futuras da obra.

Delesderrier (2015) afirma que a primeira etapa para execução de uma construção civil, seja ela de pequeno ou grande porte, deve iniciar pela elaboração do projeto pensando em toda a estrutura física e também em satisfazer as necessidades do consumidor final.

### *Diferentes tipos de projeto na engenharia civil*

No ramo de engenharia civil existem vários tipos de projetos que são necessários para o sucesso da construção, dentre eles destacam-se o projeto estrutural, arquitetônico, hidráulico e elétrico que por sua vez contribuem de forma distinta na execução e finalização da obra. Esses projetos serão desenvolvidos pelo Arquiteto e Engenheiro após a análise do terreno.

De acordo com os estudos de Sabino (2016) existe uma ordem cronológica para criação dos projetos, iniciando pelo projeto arquitetônico, estrutural, hidráulico e elétrico, respectivamente.

Sabino (2016) descreve o projeto arquitetônico como uma planta base com delimitação de espaçamentos, medições, recuo e perímetro da construção. Além disso, o profissional responsável deverá criar o projeto respeitando as leis do município e ABNT.

Sobre o projeto estrutural Bezerra (2018) indaga ser desenvolvido a partir do projeto arquitetônico e do estudo do solo. Em sua elaboração é necessário análise do terreno, escolha do sistema estrutural, cálculo e por último o detalhamento e desenho do projeto.

A norma ABNT NBR 5626 (2020) descreve alguns requisitos que devem ser seguidos no projeto hidráulico como, por exemplo, a distribuição de água para todos os ambientes da residência de forma contínua, com redução de custos, preservação das tubulações a longo prazo e o fornecimento de água com pressão e vazão adequada para o recinto. Já na instalação de esgoto sanitário a ABNT NBR 8160 (1999) estabelece que a tubulação deve ser distinta do fornecimento de água potável com o propósito de evitar quaisquer tipo de contaminação da água e do solo, projeto deve apresentar inclinação correta para o escoamento livre dos dejetos e facilitar manutenções futuras através das caixas de inspeção e gordura.

Por fim, a elaboração de um projeto elétrico deve seguir a ABNT NBR 5410 (2008) e a regulamentação da concessionária local. A ABNT NBR 5410 (2008) determina algumas condições a serem executadas na planta elétrica da residência como, o posicionamento dos pontos de iluminação, interruptores, tomada de uso específico e geral, quantificar os materiais que serão utilizados e apurar a queda de tensão.

Contudo, a integração e o cumprimento rigoroso das normas da ABNT em cada fase do projeto são cruciais para o sucesso de uma obra. Isso não apenas assegura a conformidade legal, mas também garante a segurança e o conforto dos usuários. A colaboração entre arquitetos e engenheiros é fundamental para desenvolver projetos que atendam a todas essas exigências, resultando em construções seguras, funcionais e sustentáveis. Essa abordagem integrada promove a qualidade da edificação e minimiza riscos, contribuindo para a satisfação e o bem-estar dos ocupantes.

### *Habitação Popular Convencional*

Segundo o site do Governo Federal, uma obra será considerada "casa popular" quando se tratar de uma residência unifamiliar com área total não superior a 70 m<sup>2</sup>, classificada como "econômica", "popular" ou por outra denominação equivalente nas normas municipais sobre obras, em programas governamentais ou em legislação municipal específica.

Uma habitação popular convencional refere-se a residências projetadas e edificadas para acolher famílias de baixa renda, proporcionando acesso a um lar digno através de políticas públicas ou auxílios governamentais. Normalmente, essas moradias são construídas em zonas urbanas ou suburbanas, em terrenos de fácil acesso, visando atender alguns padrões mínimos de infraestrutura e qualidade de construção.

Estas habitações destacam-se por algumas características essenciais comuns, entre elas, seus tamanhos reduzidos, se comparado a residências de médio e alto padrão e o uso de materiais de construção mais acessíveis, mas que mantêm um nível de durabilidade adequado para garantir a longevidade das moradias.

Tabela 1 - Lista de Materiais retirada do Manual do Proprietário CDHU – CONJUNTO HABITACIONAL PIRACAIA “C”

Fonte: Adaptado<sup>1</sup> de Manual do Proprietário, Projeto CDHU, Empreendimento Piracaia-C, HEMA Construções LTDA

TABELA DE MATERIAIS UTILIZADOS		
Ambiente	Elemento	Acabamento
SALA	Piso	Piso Cerâmico 45x45cm, impermeável - Marca Carmelo Flor
	Parede	Pintura em Látex Acrílico, branco gelo - Marca Eucatex
	Teto	Pintura em Látex Acrílico, branco gelo - Marca Eucatex
	Porta Metálica	Porta mista de giro postigo fixo, pintura eletrostática branca de acabamento 1.20x0.86m - Marca Atimaky
	Janela Metálica	Máximo-ar duplo vertical, com pintura eletrostática branca de acabamento, 1.20x0.60m - Marca Atimaky
DORMITÓRIOS	Piso	Piso Cerâmico 45x45cm, impermeável - Marca Carmelo Flor
	Parede	Pintura em Látex Acrílico, branco gelo - Marca Eucatex
	Teto	Pintura em Látex Acrílico, branco gelo - Marca Eucatex
	Porta de Madeira	Porta de giro branco, com batente de aço, fechaduras, 2.15x0.85m - Marca Atimaky
	Janela Metálica	Veneziana de correr central, pintura eletrostática branca de acabamento, 1.20x1.20m - Marca Atimaky
COZINHA/ ÁREA DE SERVIÇO	Piso	Piso Cerâmico 45x45cm, impermeável - Marca Carmelo Flor
	Parede	Azulejo cerâmico 37x57cm, impermeável - Marca Carmelo Flor
	Teto	Pintura em Látex Acrílico, branco gelo - Marca Eucatex
	Pia	Pia de granito cinza andorinha
	Tanque	Tanque de 301 - Marca Celite
	Porta/Janela Metálica	Porta mista de giro postigo fixo, pintura eletrostática branca de acabamento 1.20x0.86m - Marca Atimaky
BANHEIRO	Piso	Piso Cerâmico 45x45cm, impermeável - Marca Carmelo Flor
	Parede	Azulejo cerâmico 37x57cm, impermeável - Marca Carmelo Flor
	Teto	Pintura em Látex Acrílico, branco gelo - Marca Eucatex
	Louças Sanitárias	Marca Celite
	Porta de Madeira	Porta de giro branco, com batente de aço, fechaduras, 2.15x0.85m - Marca Atimaky
	Janela Metálica	Máximo-ar duplo de aço, com pintura eletrostática branca de acabamento, 0.60x1.20m - Marca Atimaky

### *A importância dos agregados para construção civil*

De acordo com Valverde (2001), “o termo 'agregados para a construção civil' é empregado no Brasil para identificar um segmento do setor mineral que produz matéria-prima mineral bruta ou beneficiada de emprego imediato na indústria da construção civil”. Ainda de acordo com seu livro, cerca de 70% do concreto é constituído de agregados, decorrendo daí a importância do uso de agregados com especificações técnicas adequadas.

Os agregados possuem um papel crucial na indústria da construção, sendo indispensáveis na produção de concretos, argamassas, pavimentação e várias outras utilizações. Em sua maioria, são materiais granulares como areia, brita e cascalho que, quando

<sup>1</sup>A tabela apresentada é idêntica à original, no entanto, os autores deste artigo a recriaram de forma igual para melhorar sua qualidade de exibição neste trabalho.

combinados com cimento e água, conferem resistência, durabilidade e estabilidade às construções. A sua relevância está no fato de que aprimoram as características mecânicas do concreto, tais como a resistência à compressão e à tração, além de diminuir a retração e a fissuração durante o processo de secagem. Ademais, a disponibilidade e o custo acessível dos agregados os tornam economicamente viáveis para projetos de grande porte.

Na construção civil, a diversidade de agregados é fundamental para atender às diferentes necessidades e especificações dos projetos. Segundo o geólogo Valverde (2001) da Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção – ANEPAC, os agregados graúdos exercem um papel essencial quando o assunto é resistência e estabilidade, já os agregados miúdos cumprem sua função quanto à composição das massas.

Do outro lado, temos os agregados reciclados oriundos de restos da construção civil, agregados pesados empregados em aplicações especiais e por fim, mas não menos importante, agregados leves utilizados especialmente para redução de peso e tratamento termoacústico, como o caso da argila expandida e espuma de poliuretano.

Desta forma, os agregados são elementos indispensáveis para a eficiência, qualidade e sustentabilidade das obras.

### *Argila expandida: definição, sustentabilidade e economia*

A argila expandida tem sido cada vez mais utilizada no Brasil desde a década de 1980, trazendo benefícios notáveis para a construção civil. Segundo Scobar (2016), essa alternativa apresenta impactos econômicos e sustentáveis significativos, tanto no curto quanto no longo prazo, em projetos residenciais. Trata-se de um material amplamente usado devido a sua característica leve e porosa, conforme W. G. Moravia *et al* (2006), ela é produzida através do aquecimento de algumas argilas naturais a temperaturas próximas a 1200°C.

Neste procedimento, parte dos elementos da argila se fundem, resultando numa massa viscosa, enquanto outros se decompõem quimicamente, liberando gases que permanecem presos na estrutura sinterizada, o que leva a um aumento do volume do material em até sete vezes. Esta qualidade confere à argila expandida propriedades como densidade reduzida, alta capacidade de absorção de água e excelente adesão à pasta de cimento, fazendo dela um agregado perfeito para a fabricação de concretos leves, frequentemente empregados na indústria da construção para diminuir o peso das estruturas – reduzindo as cargas sobre fundações – e otimizar a eficiência energética dos edifícios.

A argila expandida está disponível em diversos tipos e granulometrias, com variações no tamanho, porosidade e uso, de acordo com o processo de produção e as propriedades desejadas.

As esferas de diâmetro reduzido, variando de 4 a 8 mm, são amplamente empregadas em jardinagem devido à sua habilidade de drenagem e retenção de umidade.

Já as esferas maiores são comumente empregadas na construção civil, particularmente em concretos leves estruturais e como componentes para regularização de pisos e lajes com o benefício do isolamento térmico e acústico.

De acordo com a Cinexpan, existem quatro tipos mais comuns para aplicação civil, sendo eles especificados de acordo com a figura abaixo.

Figura 1: Diferentes tipos de argila expandida produzidas pela empresa referência no mercado, CINEXPAN, bem como suas indicações, propriedades e fornecimento.  
Fonte: Blog Cinexpan (2022)



Cada tipo de argila expandida apresenta uma característica específica quanto à resistência, leveza e capacidade de isolamento, variando de acordo com o procedimento de produção e a granulometria do produto. Essas variações impactam diretamente no desempenho estrutural e térmico, tornando a seleção do tipo apropriado crucial para satisfazer as demandas do projeto e os padrões estabelecidos.

### Desempenho Térmico

Diante do artigo de Duarte (2016), em sua última edição, o conceito de conforto térmico está amplamente ligado ao estado mental que expressa a satisfação do homem com o ambiente que o circunda. Desta forma, o conforto térmico é subjetivo e individualizado.

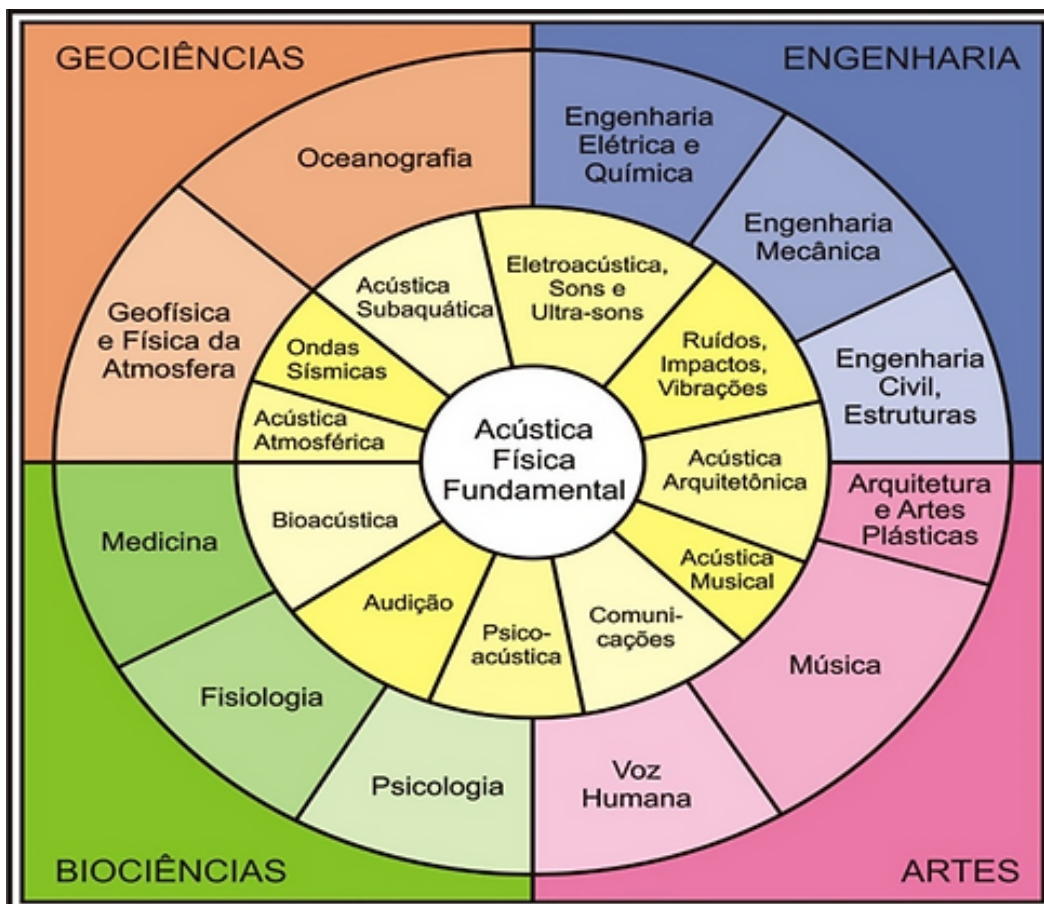
A eficiência térmica de uma construção é crucial para assegurar o bem-estar térmico de seus residentes e diminuir o uso de energia. Este princípio diz respeito à habilidade de materiais e sistemas de construção em regular a transferência de calor entre o ambiente interno e externo, preservando uma temperatura confortável no interior da edificação, independentemente das condições climáticas externas. A eficiência no desempenho térmico possibilita que o prédio permaneça fresco durante os verões e conserve o calor durante os invernos, diminuindo a demanda por aquecimento e resfriamento artificial.

A seleção dos materiais é crucial para aprimorar o desempenho térmico. Isolantes térmicos de baixa condutividade, como tijolos cerâmicos, concreto celular, lã mineral e especialmente a argila expandida, são frequentemente empregados para retardar a transferência de calor.

### Desempenho Acústico

A acústica é um ramo da física que estuda ondas sonoras e pode ser subdividida em diferentes áreas como a bioacústica, acústica musical, de edifícios, subaquática, eletroacústica, geo acústicas, etc.

Figura 2: Interação das áreas da Acústica  
Fonte: Passeri Junior, L. (2022), Blog Falando de Acústica.



A acústica de edifícios, tal como a conhecemos hoje, teve seu início no século XX através dos estudos do físico americano W. C. Sabine, que estabeleceu os fundamentos da acústica arquitetônica ao analisar a conexão entre a absorção sonora e o período de reverberação.

O desempenho acústico de um edifício possui um papel crucial na criação de ambientes confortáveis e eficientes. Tudo aquilo que é agradável ou com significado para o ouvinte é considerado SOM, se desagradável ou insignificante para quem o ouve, julga-se RUÍDO. Entretanto, para uns podem ser som e para outros ruído, simultaneamente.

O som propaga-se no ar sob a forma de ondas sonoras concêntricas, tendo a fonte sonora/emissora como centro, tal ponto onde se altera a pressão. No entendimento de CARVALHO (2022, p. 3):

[...] O que habitualmente se designa pelo nome SOM não é senão uma sensação provocada no cérebro devida à captação, pelo sistema auditivo, de alterações de pressão que se propagam no ar (ou noutro meio elástico tal como água, materiais de construção sólidos, etc.), consistindo em ondas de compressão seguidas de dilatação e rarefação.

Os humanos ouvem, quando jovens e com audição normal, entre os 20 Hz (*Hertz*) e os 20 kHz (*kiloHertz*). Sendo chamados de infra-sons e ultra-sons, se menores ou maiores que estes limites pré-definidos, respectivamente. Existem ainda limiares da audição, audíveis com cerca de  $10^{-5}$  Pa (Pascal), e limiar da dor com uma variação de pressão de até 100 Pa. Logo, através destas definições, a gama de audibilidade humana situa-se por volta de  $10^7$ .

Para facilitar a compreensão e devido ao fato do ouvido humano não ouvir de forma linear, adotou-se a grandeza chamada *decibel* (dB), condizente com 1/10 do *bel*, em homenagem ao cientista Alexander Graham Bell.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para alcançar o objetivo do artigo a metodologia proposta envolve várias etapas sequenciais. Primeiramente, será realizada uma revisão bibliográfica. Essa etapa inclui uma pesquisa detalhada em fontes acadêmicas, como artigos científicos, normas técnicas e relatórios, com o objetivo de compreender as propriedades e o desempenho dos dois tipos de concreto.

Serão analisados aspectos como resistência, durabilidade, eficiência térmica e acústica, custo e impacto ambiental. Essa revisão fornecerá um embasamento teórico sobre as vantagens e limitações de cada material.

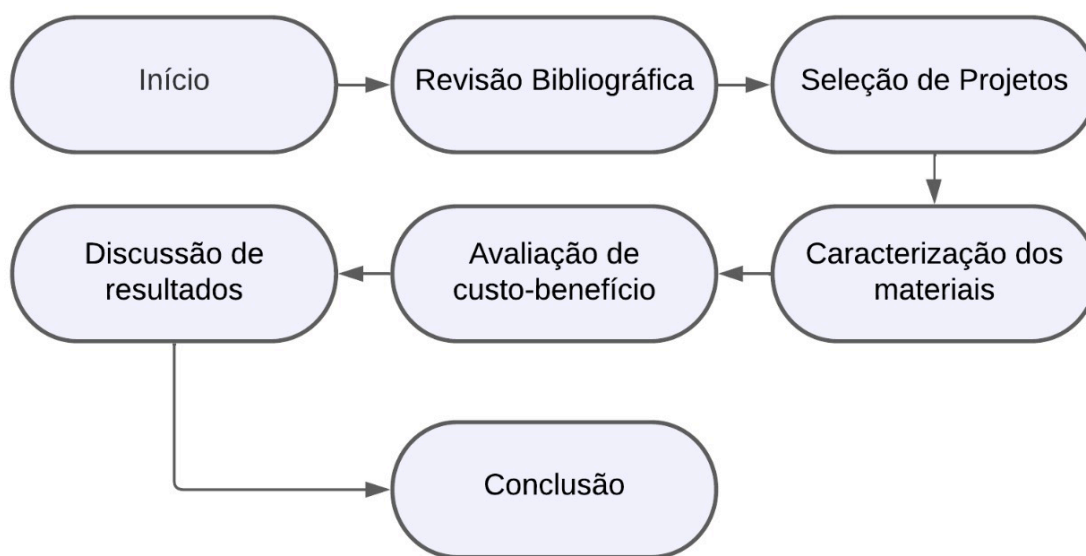
Em seguida, selecionaremos projetos de casas populares que já tenham sido construídas tanto com concreto convencional, utilizando brita, quanto com concreto leve, que utiliza argila expandida. Esses projetos podem ser obtidos a partir de fontes como construtoras, órgãos públicos, empresas de engenharia ou projetos de pesquisa. A seleção buscará garantir que os projetos escolhidos sejam comparáveis, especialmente em termos de tamanho, localização e finalidade das construções.

Na terceira etapa, será realizada a caracterização dos materiais. Esse processo envolve identificar as propriedades dos materiais empregados em ambos os tipos de concreto, como composição, peso, resistência à compressão e propriedades de isolamento térmico e acústico.

Posteriormente, será feita uma avaliação de custo-benefício. Essa análise permitirá calcular o custo de cada tipo de material e o custo final das construções. Além dos custos de produção, serão considerados os custos de manutenção a longo prazo, incluindo durabilidade e eficiência energética das casas construídas com concreto leve e convencional.

Após todas as etapas anteriores, os resultados serão discutidos. A discussão destaca as vantagens e desvantagens de cada material no contexto de habitações populares, buscando identificar a alternativa que proporciona o melhor custo-benefício e a maior qualidade de vida para os moradores.

Figura 3 - Fluxograma da metodologia dividido por etapas  
Fonte: Autoria própria.

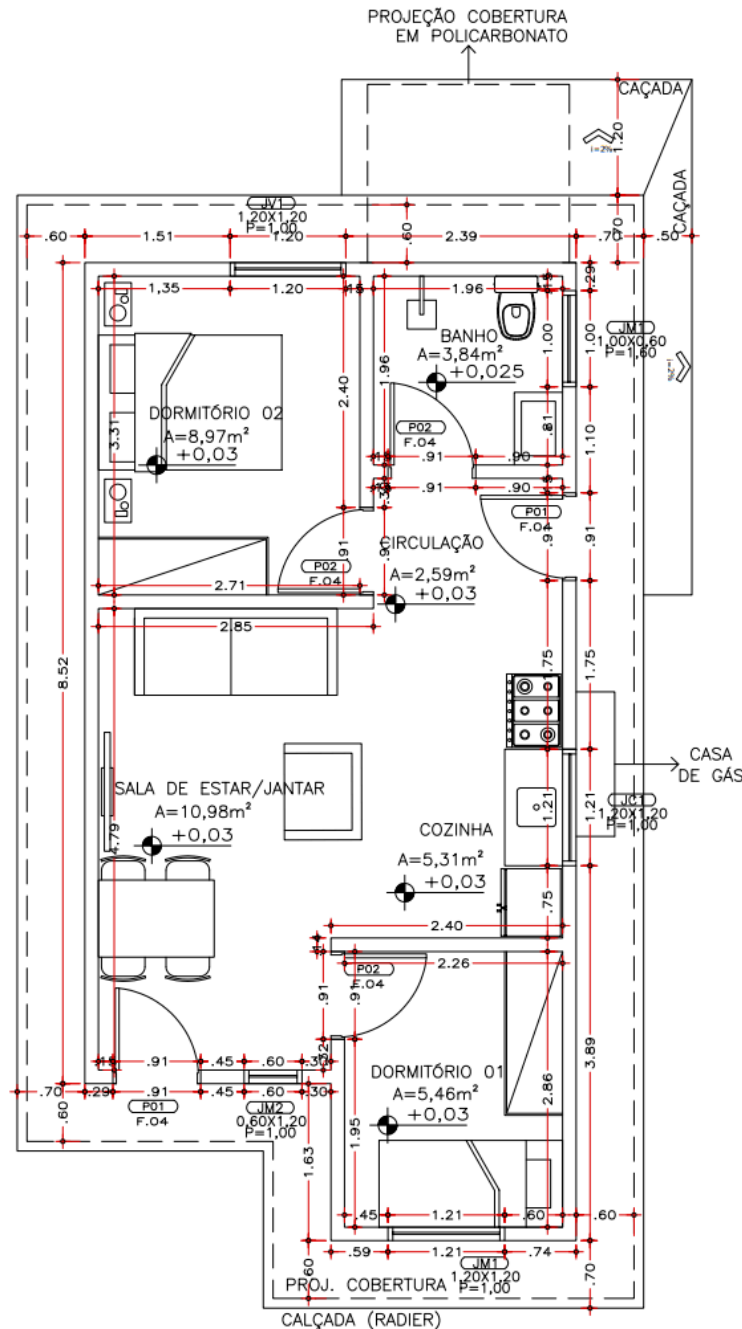


O fluxograma acima representa as etapas sequenciais da metodologia proposta para este artigo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para este artigo foi selecionado o projeto arquitetônico das residências populares desenvolvidas pelo projeto estadual CDHU (Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano) na cidade de Piracaia, intitulado empreendimento PIRACAIA-C, executadas pela empresa HEMA Construção LTDA.

Figura 4 - Projeto Arquitetônico Casa Popular, Projeto CDHU, Empreendimento Piracaia-C  
 Fonte: Adaptado<sup>2</sup> de Manual do Proprietário, Projeto CDHU, Empreendimento Piracaia-C, HEMA Construções LTDA



Selecionamos a argila expandida para uma análise mais detalhada. De acordo com a Cinexpan, a maior empresa brasileira no mercado de argila expandida, o uso desse material é ambientalmente sustentável e contribui para a preservação do meio ambiente.

Do ponto de vista sustentável, a argila expandida proporciona um excelente isolamento térmico, favorecendo a climatização natural e, portanto, ajudando a manter a temperatura interna de edificações. Além disso, esse material é reciclável, ao contrário do concreto convencional, o que contribui para uma construção mais sustentável (SCOBAR, 2016).

<sup>2</sup> A figura apresentada é idêntica à original, no entanto, os autores deste artigo a recriaram de forma igual para melhorar sua qualidade de exibição neste trabalho.

Entre as vantagens econômicas, destaca-se a redução no consumo de cimento, água e agregados graúdos, além da diminuição na necessidade de ferragens, já que seu peso é menor em comparação ao concreto convencional, sem comprometer a estrutura da construção. A argila expandida também pode ser utilizada na nivelamento de pisos, o que contribui para a redução do uso de concreto (SCOBAR, 2016).

Figura 5: Nivelamento de piso com argila expandida  
Fonte: Autoria própria



A argila expandida é altamente apreciada pela sua capacidade e desempenho térmico, representando uma opção sustentável e eficaz para o isolamento térmico de construções. A sua composição porosa e leve possibilita a retenção de calor ou frio, conforme a necessidade, e limita a troca de calor entre os ambientes internos e externos. Isso leva a uma temperatura interna mais constante e agradável, mesmo diante das mudanças climáticas.

Outra capacidade da argila expandida é sua propriedade de alta capacidade de isolamento acústico, o que a torna um material eficiente para controle de ruídos em ambientes construídos, como casas, prédios, galpões, etc. Isso se deve à sua estrutura porosa e leve, que é capaz de absorver parte da energia das ondas sonoras, reduzindo a propagação do som entre diferentes espaços. Além disso, essa estrutura porosa ajuda a minimizar as vibrações, proporcionando um maior conforto acústico, especialmente em ambientes onde o controle do ruído é essencial para o bem-estar dos ocupantes, como escritórios, residências e hospitais.

Para a construção do contrapiso verificamos duas possibilidades de execução. A primeira possibilidade é orientada pela empresa cinexpan onde para realizar a aplicação da argila expandida o primeiro passo a considerar é o processo de fabricação da mesma, o qual determinará sua densidade e resistência mecânica; também é de suma importância que faça a compatibilização com as outras misturas a serem usadas para garantir a homogeneidade da massa.

Seguindo as recomendações do fabricante (*vide* figura abaixo), deve-se misturar na betoneira três sacos de 50L de argila expandida, uma lata de 18L de cimento e pouco mais de meia lata de 18L de água para uma mistura base para nivelamento de pisos e lajes.

Figura 6: Saco de Argila Expandida Cinexpan com recomendações de uso  
Fonte: Autoria própria



Um profissional experiente recomendou, para melhorar a aderência da argila expandida à laje, a aplicação de Bianco<sup>3</sup> sobre a superfície. O produto deve ser espalhado sobre a laje e, em seguida, receber uma camada de cimento para preencher os vazios com a mistura líquida, conforme descrito acima.

Outra aplicação da argila expandida que foi verificada foi para o isolamento térmico e acústico, conforme explicado pela Cinexpan (2023), apresenta a capacidade de reduzir a temperatura de uma residência em até 5 °C, além de proporcionar isolamento acústico. Esse desempenho em isolamento térmico e acústico resulta da aplicação da argila expandida em coberturas de lajes e sobre telhados, com espessura mínima de 5 cm.

Além disso, uma estratégia adicional para garantir esses isolamentos consiste no envelopamento das tubulações, que auxilia na manutenção da temperatura das tubulações e na minimização de ruídos. Para aplicação desses métodos basta apenas espalhar pela superfície da laje.

<sup>3</sup> Bianco é uma resina sintética, de alto desempenho, que proporciona excelente aderência das argamassas aos mais diversos substratos.

A respeito da diferença do peso estrutural das residências chegamos às seguintes verificações:

### *1- Peso Estrutural de Casa Popular*

Um aspecto importante a considerar no projeto de construção residencial é a escolha do método construtivo, especificamente o bloco a ser usado, o tipo de concreto e seus respectivos pesos, pois este último afeta diretamente a carga que será aplicada à estrutura, consequentemente afetando o custo de produção.

Ao analisar o projeto proveniente do Manual do Proprietário, foi possível listar uma área de 43,84 m<sup>2</sup> de piso e 88,92 m<sup>2</sup> de paredes — vãos de portas e janelas já descontados. O pé direito, também consultado, foi pré-estabelecido com 3 m de altura.

Para a obtenção do número total de blocos cerâmicos estruturais necessários para a elevação das alvenarias foi realizado o seguinte método de cálculo:

$$88,92 \text{ m}^2 \times 16,5 \text{ unid/m}^2 = 1.467,18 \text{ unidades}$$

Logo, o total de blocos para elevação de todas as alvenarias da residência supracitada, considerando que para cada 1 m<sup>2</sup> serão utilizados, em média, 16,5 unidades de bloco cerâmico de dimensões 14x19x29 cm, é de 1468 unidades.

Já para obter o peso de cada bloco cerâmico estrutural foi consultado o autor Vieira (2023) que propõe um peso de 76,40 kg/m<sup>2</sup> para blocos cerâmicos de dimensões 14x19x29cm, sendo assim, as 1722 unidades, em conjunto, totalizam 6.793,49 kg conforme a equação abaixo:

$$88,92 \text{ m}^2 \times 76,40 \text{ kg/m}^2 = 6.793,49 \text{ kg}$$

O microconcreto de elevada resistência, usado para preencher áreas de sustentação para a estrutura da residência é conhecido como graute, tem uma composição e usos diferentes do concreto tradicional. Sua alta fluidez possibilita a ocupação de espaços vazios em locais de acesso complicado, sem a necessidade de vibradores para adensar. Por isso, é amplamente utilizado nos pontos de maior necessidade de ancoragem e resistência estrutural.

Neste projeto da HEMA Construção Ltda. foram designados 13 pontos de graute, uma fileira de canaleta estrutural para travamento a uma altura de 3m e canaletas estruturais para travamento das áreas de verga e contraverga de todas as portas e janelas.

Através destes 13 pontos e das canaletas, foi possível realizar o cálculo de metragem cúbica de concreto normal necessário para o preenchimento.

graute:

$$\begin{aligned} &0,07 \times 0,07 \text{ (dimensões dos espaços de graute por bloco)} = 0,0049 \text{ m}^2 \\ &= 0,0049 \text{ m}^2 \times 3 \text{ m (altura do pé direito)} = 0,0147 \text{ m}^3 \text{ por unidade de graute} \\ &= 0,0147 \text{ m}^3 \text{ por unidade de graute} \times 13 \text{ unidades} = 0,1911 \text{ m}^3 \text{ de concreto para graute} \end{aligned}$$

canaleta:

$$0,10m \text{ (largura útil da canaleta)} \times 0,17m \text{ (altura útil da canaleta)} = 0,017 m^2$$
$$= 0,017 m^2 \times 53,46 mL \text{ de canaleta} = 0,9088m^3$$

Para o processo de regularização de piso, com espessura de 5 cm, é possível chegar a uma metragem cúbica de concreto necessária.

$$43,84 m^2 \times 0,05m = 2,192 m^3$$

Tendo em vista que, a massa específica seca convencional, também conhecida como densidade seca, é a medida da densidade de um material quando toda a umidade foi removida, comumente utilizada para avaliar propriedades de materiais em condições secas, sendo importante para as construções civis a fim de garantir a estabilidade das estruturas e o controle de qualidade das mesmas. De acordo com a NBR 12655 (2015), um concreto comum/normal com massa seca convencional tem uma variação de 2.000 kg/m<sup>3</sup> a 2.800kg/m<sup>3</sup>.

Sendo assim considerada a média de peso do concreto normal com massa específica seca, obtém-se o peso de toda a regularização de piso da residência:

$$2,192 m^3 \times 2.400 kg/m^3 = 5.260,80 kg$$

Em contrapartida, dentro das normativas da NBR 12655 (2015) correlata a NBR 9778 (2009), um concreto com massa seca leve possui um peso inferior a 2.000 kg/m<sup>3</sup>, uma vez que a massa seca leve refere-se a materiais que apresentam densidade reduzida em relação ao seu volume após a remoção da umidade, como a argila expandida. Esses materiais são leves, o que simplifica o transporte e o manuseio, além de aprimorar as características térmicas e acústicas das edificações. O uso de massa seca leve auxilia na busca por soluções mais sustentáveis, sem prejudicar a segurança e a longevidade das construções.

Com base na estimativa adotada neste artigo do peso do concreto leve, considerando sua massa específica seca, é possível calcular o peso total de toda a regularização de piso da residência conforme abaixo:

$$2,192 m^3 \times 1.300 kg/m^3 = 2.849,60 kg$$

As tabelas abaixo realizam uma comparação unificada e detalhada entre os pesos e os custos de construção de uma residência popular utilizando concreto convencional e concreto leve, que substitui a brita por argila expandida.

A análise contempla diferentes itens da construção, incluindo regularização de piso, pontos de grautes, fileiras de canaletas e uma camada adicional de argila expandida. Cada item exibe informações sobre quantidade, unidade de medida, volume em metros cúbicos, custos unitários e totais para os dois tipos de concreto.

Além disso, a tabela destaca a diferença de peso entre as duas opções, evidenciando o potencial do concreto leve para reduzir o peso estrutural. Essa comparação é fundamental para avaliar as vantagens e desvantagens econômicas e estruturais do concreto leve em relação ao concreto convencional em projetos de habitação popular.

Tabela 4: Comparativo entre peso de uma residência popular construída com concreto convencional e concreto leve, bem como sua quantidade

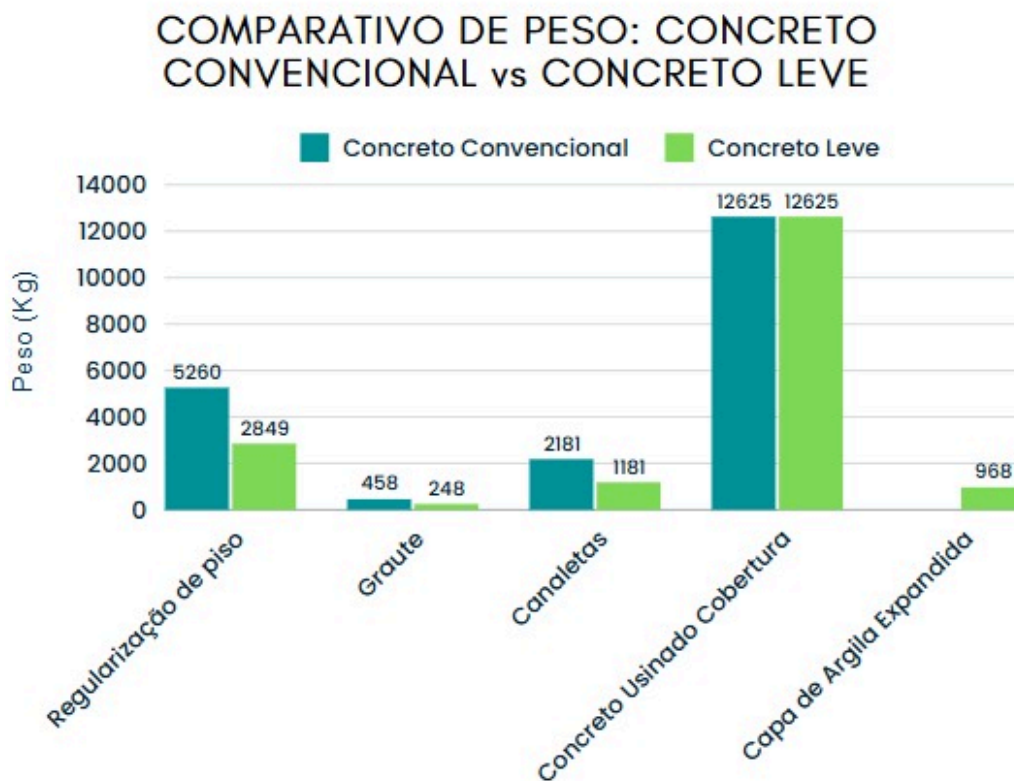
Fonte: Autoria própria

TABELA COMPARATIVA ENTRE PESO DE UMA RESIDÊNCIA POPULAR CONSTRUÍDA COM CONCRETO CONVENCIONAL E CONCRETO LEVE							CONCRETO CONVENCIONAL		CONCRETO LEVE	
ITEM	DESCRIÇÃO	QTD.	UND.	QTD.	UND.	m³	kg/m³	kg	kg/m³	kg
1	REGULARIZAÇÃO DE PISO	43,84	m²	0,05	m	2,1920	2400,00	5260,80	1300,00	2849,60
2	GRAUTE	13,00	UND.	0,0147	m³	0,1911		458,64		248,43
3	CANALETAS 14x19x29	0,017	m²	53,46	mL	0,9088		2181,17		1181,47
4	CONCRETO USINADO PARA COBERTURA DE LAJE FCK25	43,84	m²	0,12	m	5,2608		12625,92		2400,00
5	CAPA DE ARGILA EXPANDIDA PARA LAJE (EXTRA)	44,00	SACOS	22,00	Kg	-	-	-	-	968,00
<b>TOTAL FINAL</b>						<b>8,5527</b>		<b>20526,53</b>		<b>17873,42</b>
<b>DIFERENÇA ENTRE CONCRETO CONVENCIONAL E LEVE (Kg)</b>								<b>2653,11</b>		

De acordo com a tabela acima, uma casa construída com concreto convencional, levando em conta as fases de regularização do piso, concretagem das canaletas e grautes, além do concreto para a cobertura da laje, pesa 20.526,53 kg. Por outro lado, com concreto leve, o peso cai para 17.873,42 kg, gerando uma diferença de 2.653,11 kg. Esta diminuição considerável indica que o concreto leve é a opção mais eficaz para reduzir o peso da estrutura, preservando a funcionalidade e a segurança do edifício.

Gráfico 1: Comparativo entre peso de uma residência popular construída com concreto convencional e concreto leve.

Fonte: Autoria própria



Ao detalhar os itens analisados, observou-se o seguinte:

**Item 1: Regularização de Piso:**

A regularização de piso feita com concreto convencional tem um peso de 5.260,80 kg, enquanto com concreto leve o peso é reduzido para 2.849,60 kg. Essa redução de 2.411,20 kg é decorrente da densidade menor do concreto leve (1.300 kg/m<sup>3</sup>) em comparação ao concreto convencional (2.400 kg/m<sup>3</sup>).

**Item 2: Graute:**

O concreto necessário para os pontos de grautes com concreto convencional pesaria cerca de 458,64 kg, já com concreto leve o peso é reduzido para 248,43 kg, representando uma diferença de 210,21 kg, o que reforça a leveza do material.

**Item 3: Canaletas (14x19x29):**

O uso de concreto convencional nas canaletas resulta em um peso de 2.181,17 kg, enquanto o concreto leve reduz esse valor para 1.181,47 kg, apresentando uma diferença de 999,70 kg.

**Item 4: Capa de Argila Expandida para Laje (Extra):**

Esse item foi pensado exclusivamente para a construção de casa popular com concreto leve, adicionando um peso de 968,00 kg. Na construção convencional, não é comum a aplicação de uma camada extra de argila expandida sobre a laje. Contudo, com o objetivo de melhorar o conforto térmico e acústico dos moradores, optou-se por incluir essa camada adicional na laje para esta nova proposta.

Apesar disso, a redução geral no peso total da estrutura com concreto leve permanece significativa.

## *2- Tempo de execução com argila*

Foi realizado um comparativo de tempo entre os dois materiais agregados, considerando seu uso em diferentes aplicações, como graute, canaletas e regularização de pisos. Apesar do concreto leve ser mais vantajoso em termos de logística, já que seu menor peso facilita o transporte e a movimentação no canteiro de obras, ressaltou-se que não houve diferenças significativas nos prazos de execução entre as opções analisadas.

## *3- Custo para execução com argila*

A tabela abaixo mostra uma análise comparativa dos custos para a edificação de uma casa popular com o uso dos dois agregados: brita no concreto convencional e argila expandida no concreto leve.

Tabela 5: Comparativo entre os custos de uma residência popular construída com concreto convencional e concreto leve, bem como sua quantidade necessária de material

Fonte: Autoria própria

TABELA COMPARATIVA DE CUSTOS DE CONSTRUÇÃO DE UMA RESIDÊNCIA POPULAR UTILIZANDO BRITA NO CONCRETO CONVENCIONAL E ARGILA EXPANDIDA NO CONCRETO LEVE				BRITA		ARGILA EXPANDIDA	
ITEM	DESCRIÇÃO		UNIT/m <sup>3</sup>	TOTAL	UNIT/SACOS	TOTAL	
1	REGULARIZAÇÃO DE PISO (exceto brita) + PREENCHIMENTO DE GRAUTE + PREENCHIMENTO DE CANALETAS	25 sacos de argila exp. Ou 0,594 m <sup>3</sup> de brita 1	R\$	165,60	R\$	98,37	
2							
3							
4	CAPA DE ARGILA EXPANDIDA PARA LAJE (EXTRA)	44,00	SACOS	R\$ -	R\$ -	R\$ 26,00	R\$ 1.144,00
<b>SUBTOTAL</b>				R\$	98,37	R\$	1.794,00
<b>DIFERENÇA ENTRE USO DA ARGILA EXPANDIDA E BRITA 1 (SEM GASTOS EXTRAS)</b>				-R\$			1.695,63

Os gastos relacionados à utilização da argila expandida são consideravelmente superiores, somando R\$1.794,00, em contraste com os R\$98,37 pagos pela brita. A disparidade de preço entre os dois materiais é de R\$1.695,63, evidenciando que, mesmo com as vantagens do concreto leve em relação ao peso e eficiência, a utilização da argila expandida resulta em um acréscimo significativo no investimento inicial para a matéria prima para o traço do concreto.

Em contrapartida, ao escolher a argila expandida como alternativa na construção de uma casa popular mais leve, observa-se uma diminuição considerável no peso estrutural. Esta redução afeta diretamente os gastos com a aquisição de ferragens prontas para a fundação da casa, resultando em uma significativa economia neste ponto.

Esta avaliação sugere que o preço é um elemento crucial na seleção do material, particularmente em projetos que necessitam harmonizar economia e desempenho estrutural.

## CONCLUSÕES

A análise apresentada no artigo sobre a utilização da argila expandida na construção de casas populares evidencia a crescente importância da eficiência e sustentabilidade na construção civil. A argila expandida se sobressai como uma alternativa de isolamento acústico sustentável e eficiente, amplamente empregada na indústria da construção contemporânea, atendendo vários aspectos da NBR 15575 (2021). A sua implementação cumpre os rigorosos padrões de conforto e eficiência sonora requeridos em áreas urbanas, oferecendo bem-estar e qualidade de vida aos residentes. O emprego deste material em projetos de arquitetura e engenharia reforça o compromisso com construções mais confortáveis, atendendo à demanda crescente por tecnologias que equilibrem desempenho acústico de alto padrão com a consciência ecológica.

Ademais, o estudo destaca a importância de projetos habitacionais que levem em conta não somente a viabilidade econômica, mas também o efeito no meio ambiente e na sociedade. A análise comparativa entre o concreto convencional e o leve, que emprega a brita e a argila expandida, respectivamente, indica que a seleção de materiais sustentáveis pode levar a construções mais econômicas a longo prazo, com menor demanda por manutenção e maior longevidade.

A argila expandida como uma opção de uso, desde regularização do piso até preenchimento da laje, propicia que os custos sejam reduzidos consideravelmente desde a

etapa de preparação do projeto. Tendo em vista que seu peso será reduzido drasticamente, permitindo assim redução de 3 a 7% nos gastos com fundação, uma etapa sumariamente importante, existe ainda a possibilidade de empregar esta economia no desenvolvimento de mais residências dentro de todos os projetos de construção de casa popular, numa espécie de efeito cadeia, ocasionado quando uma ação inicial provoca uma série de tomada de ações subsequentes, assegurando, assim, que mais famílias sejam atendidas.

Além disso, a argila expandida é um material resistente e com reduzido impacto ambiental, o que a torna uma alternativa eficiente tanto para o conforto dos residentes quanto para a sustentabilidade das edificações. Juntamente com outros materiais de isolamento, a argila expandida tem um papel fundamental na criação de espaços mais eficientes em termos energéticos e mais agradáveis.

Para concluir, embora a argila expandida tenha um custo inicial superior ao da brita, suas vantagens em termos de eficiência de recursos e sustentabilidade fazem dela uma opção atraente e viável para o setor da construção civil.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626: Instalação Predial de Água Fria.**

Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/slideshow/nbr-5626-2020/257926355> Acesso em: 13 out. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410: Instalações Elétricas de Baixa Tensão.** Rio de Janeiro, 2008. Disponível em:

[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5810747/mod\\_resource/content/1/NBR5410%20-%20Instala%C3%A7%C3%B5es%20el%C3%A9tricas%20de%20baixa%20tens%C3%A3o.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5810747/mod_resource/content/1/NBR5410%20-%20Instala%C3%A7%C3%B5es%20el%C3%A9tricas%20de%20baixa%20tens%C3%A3o.pdf)  
Acesso em: 13 out. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160: Sistemas prediais de Esgoto Sanitário-Projeto e Execução.**

Rio de Janeiro, 1999. Disponível em: <https://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17500/material/NBR%208160%20Sistemas%20prediais%20de%20esgoto%20sanit%C3%A1rio-%20projeto%20e%20execu%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 13 out. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575: Edificações Habitacionais - Desempenho Parte 1: Requisitos gerais.**

Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://normadesempenho.com.br/nbr-15-575-1-2021/>  
Acesso em: 26 out. 2024.

BEZERRA, L. P. **O impacto de um projeto estrutural na execução de uma obra.** Centro Universidade Do Norte, UNINORTE. Disponível em:

[https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo\\_cientifico\\_lindcyney\\_final.pdf](https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo_cientifico_lindcyney_final.pdf)  
Acesso em: 03 out 2024

CARVALHO, A. P. O. de. **Acústica ambiental e de edifícios.** Porto, Portugal. Editora RMV & Associados, 2008.

CINEXPAN. **Quais são as vantagens da argila expandida na construção civil.** Disponível em:

<https://www.cinexpan.com.br/blog/index.php/2020/07/09/quais-sao-as-vantagens-da-argila-expandida-na-construcao-civil/>. Acesso em: 03 out. 2024.

DELESDERRIER, A. B. **Estudo de falhas em obras de edificações oriundas da falta de contabilidade entre projetos.** 2015. Trabalho de Conclusão de Curso - Engenharia Civil, Escola Politécnica Da Universidade Federal Do Rio De Janeiro, Rio De Janeiro. Disponível em: <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10015040.pdf>. Acesso em: 22 set. 2024

DUARTE, V. C. P.; NARANJO, A.; MARINOSKI, D. L.; BATISTA, J. O.; CARLO, J. C.; ABREU, A. L. P.; GHISI, E.; LAMBERTS, R.. **Desempenho térmico de edificações.** 2016. 7ª edição. Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina. Disponível em: [https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/ApostilaECV5161\\_v2016.pdf](https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/ApostilaECV5161_v2016.pdf). Acesso em: 26 out. 2024

SABINO, J. B. **Projetos de Gestão na Construção Civil: ANÁLISE CRÍTICA .** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso - Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em: [https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-AQ4GFW/1/monografia\\_j\\_ssica\\_breder\\_pdf.pdf](https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-AQ4GFW/1/monografia_j_ssica_breder_pdf.pdf). Acesso em: 03 Out. 2024

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifício: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção.** São Paulo, 1994. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/280044058\\_QUALIDADE\\_DO\\_PROJETO\\_NA\\_CONSTRUCAO\\_DE\\_EDIFICIOS\\_APLICACAO\\_AO\\_CASO\\_DAS\\_EMPRESAS\\_DE\\_INCORPORACAO\\_E\\_CONSTRUCAO](https://www.researchgate.net/publication/280044058_QUALIDADE_DO_PROJETO_NA_CONSTRUCAO_DE_EDIFICIOS_APLICACAO_AO_CASO_DAS_EMPRESAS_DE_INCORPORACAO_E_CONSTRUCAO). Acesso em: 22 set 2024

MORAVIA, W. G.; OLIVEIRA, C. A. S.; GUMIERI, A. G.; VASCONCELOS, W. L. **Caracterização microestrutural da argila expandida para aplicação como agregado em concreto estrutural leve.** Departamento de Engenharia Metalúrgica, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ce/a/v3nR9qpkfSjBPH3ZCSzBFdG/>. Acesso em: 19 Out. 2024

SACHT, H. M.; ROSSIGNOLO, J. A.; SANTOS, W. N.. Avaliação da condutividade térmica de concretos leves com argila expandida. *Matéria (Rio de Janeiro)*, v. 15, n. 1, p. 31–39 (2010). Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1517-70762010000100005>. Acesso em: 22 out 2024

SCOBAR, R. L. **Concreto Leve Estrutural: substituição do agregado graúdo convencional por argila expandida.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso - Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná. Disponível em: [https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6314/3/CM\\_COECI\\_2016\\_1\\_29.pdf](https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6314/3/CM_COECI_2016_1_29.pdf). Acesso em: 23 Out. 2024

VALVERDE, F. M. **Agregados para construção civil.** Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção – ANEPAC. Balanço Mineral Brasileiro. 2001. Disponível em:

<https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/dnpm/publicacoes-economia-mineral/arquivos/agregados-para-contrucao-civil.pdf>. Acesso em: 22 Out. 2024

VIEIRA, D. P. **Análise da Viabilidade das Edificações em Alvenaria Estrutural em Bloco de Concreto e Bloco Cerâmico**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso - Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiás. Disponível em: [https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/6011/1/TCC2\\_Danilo.pdf](https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/6011/1/TCC2_Danilo.pdf). Acesso em: 22 Out. 2024