XVIII ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
XIV ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
AMBIENTE CONSTRUÍDO E USUÁRIO: PERSPECTIVAS LATINO-AMERICANAS

Ar para Quem Mais Precisa: O Kit Poço de Ventilação e a Busca pela Habitabilidade nas Periferias

Aire para Quienes Más lo Necesitan: El Kit de Pozo de Ventilación y la Búsqueda de Habitabilidad en las Periferias

Air for Those Who Need It Most: The Ventilation Shaft Kit and the Quest for Habitability in Peripheral Areas

Desempenho térmico do ambiente construído / *Desempeño térmico del entorno construido / Thermal performance of the built environment*

Lima, João
Mestrando, Universidade de Brasília, Brasília, Brasil, jotalima.arq@gmail.com

Marreiros, Larissa
Mestranda, USP, São Paulo, Brasil, larissamarreiros@usp.br

Sousa, Juliana A. B.
Doutora, Universidade de Brasília, Brasil, juliana.andrade@unb.br

Romero, Marta
Doutora, Universidade de Brasília, Brasil, romero@unb.br

Pazos, Valmor
Mestre, Universidade de Brasília, Brasil, pazos@unb.br

Resumo

O estudo avalia a eficácia do Kit Poço de Ventilação, do Programa Periferia Viva!, do Ministério das Cidades como estratégia para aprimorar a habitabilidade de moradias atendidas por ATHIS em São Luís (MA). A metodologia envolve simulações computacionais comparando o Percentual de Horas dentro da Faixa de Temperatura e a Temperatura operativa máxima (Tomáx) das Unidades Habitacionais com e sem o dispositivo, utilizando o *software EnergyPlus*. Os resultados indicam que a ventilação promovida pelo poço reduz a Tomáx em até 2,3°C e aumenta em mais de 20% o percentual de horas dentro da faixa de Temperatura Operativa. A pesquisa destaca o potencial do uso do poço de ventilação como uma estratégia eficiente para melhorar o desempenho térmico de habitações com cômodos enclausurados no contexto da Zona Bioclimática 8.

Palavras-chave: Ventilação Natural. Simulação computacional. Políticas públicas. Desempenho térmico. Melhorias Habitacionais

Resumen

El estudio evalúa la eficacia del Kit de Pozo de Ventilación, del Programa Periferia Viva! del Ministerio de las Ciudades, como estrategia para mejorar la habitabilidad de viviendas atendidas por ATHIS en São Luís (MA). La metodología incluye simulaciones computacionales que comparan el Porcentaje de Horas dentro del Rango de Temperatura y la Temperatura Operativa Máxima (Tomáx) de las unidades habitacionales con y sin el dispositivo, utilizando el software EnergyPlus. Los resultados indican que la ventilación promovida por el pozo reduce la Tomáx hasta en 2,3°C y aumenta en más del 20% el porcentaje de horas dentro del rango de Temperatura Operativa. La investigación resalta el potencial del uso del pozo de ventilación como una estrategia eficiente para mejorar el desempeño térmico de viviendas con espacios confinados en el contexto de la Zona Bioclimática 8.

Palabras clave: Ventilación Natural. Simulación computacional. Políticas públicas. Desempeño térmico. Mejoras Habitacionales.

Abstract

The study evaluates the effectiveness of the Ventilation Shaft Kit, from the Periferia Viva! Program of the Ministry of Cities, as a strategy to improve the habitability of housing units served by ATHIS in São Luís (MA). The methodology involves computational simulations comparing the Percentage of Hours within the Temperature Range and the Maximum Operative Temperature (Tomáx) of housing units with and without the device, using EnergyPlus software. The results indicate that the ventilation promoted by the shaft reduces the Tomáx by up to 2.3°C and increases the percentage of hours within the Operative Temperature range by more than 20%. The research highlights the potential of using the ventilation shaft as an efficient strategy to improve the thermal performance of housing with enclosed rooms in the context of Bioclimatic Zone 8.

Keywords: Natural Ventilation. Computational simulation. Public policies. Thermal performance. Housing

Introdução

A precariedade habitacional é um reflexo das desigualdades socioespaciais nas cidades brasileiras, marcadas pelo crescimento de assentamentos informais e pela exclusão de populações de baixa renda das áreas centrais urbanizadas (MARICATO, 2011). Moradias inadequadas, com problemas de infraestrutura e condições insalubres, reforçam um ciclo de vulnerabilidade, impactando diretamente a saúde e a qualidade de vida dos moradores (ROLNIK, 2019).

As mudanças climáticas impõem desafios urgentes ao campo da Arquitetura e Urbanismo. O aumento da temperatura global e a intensificação de eventos climáticos extremos exigem que as intervenções urbanas sejam planejadas com uma perspectiva de resiliência climática (IPCC, 2021). Moradias mal projetadas agravam a exposição das comunidades vulneráveis aos riscos climáticos, como ondas de calor e enchentes, o que destaca a importância de integrar a mitigação e adaptação climática nas políticas habitacionais (ACSELRAD, 2013). Nesse contexto, o desempenho térmico adequado das habitações sociais não apenas melhora o conforto dos moradores, mas também contribui para a redução das emissões de CO_2 ao diminuir a necessidade de climatização artificial (ROMERO *et al.*, 2019).

Concomitantemente ao cenário da precariedade habitacional, as mudanças climáticas e a crise socioambiental são desafios críticos do século XXI. É evidente que o aumento das temperaturas e a maior frequência de eventos climáticos extremos afetam diretamente o meio ambiente, a sociedade e a saúde humana. No contexto habitacional, moradias inadequadas e vulneráveis agravam esses impactos, tornando comunidades periféricas ainda mais suscetíveis às consequências das variações climáticas e às emergências de saúde pública.

O conforto térmico é um dos pilares da Arquitetura Bioclimática, que busca criar ambientes que minimizem o uso de recursos artificiais de climatização, promovendo bem-estar com o menor impacto ambiental possível (GIVONI, *et al.*, 1998). Em regiões tropicais, como o Brasil, estratégias passivas — como ventilação cruzada, sombreamento e escolha adequada de materiais — são fundamentais para garantir condições térmicas satisfatórias (LABAKI; SCHIFFER, *et al.*,2012). A arquitetura bioclimática – forma de desenho que reconhece o desenho existente e utiliza a própria concepção arquitetônica como mediadora entre o homem e o meio ambiente (ROMERO, *et al.*, 2001) – aliada ao uso de ferramentas de simulações computacionais e pesquisas de campo, aparecem como alternativas viáveis para a

compreensão do clima urbano e o planejamento de novas construções e desenhos urbanos que mitiguem o conflito ser humano - meio ambiente.

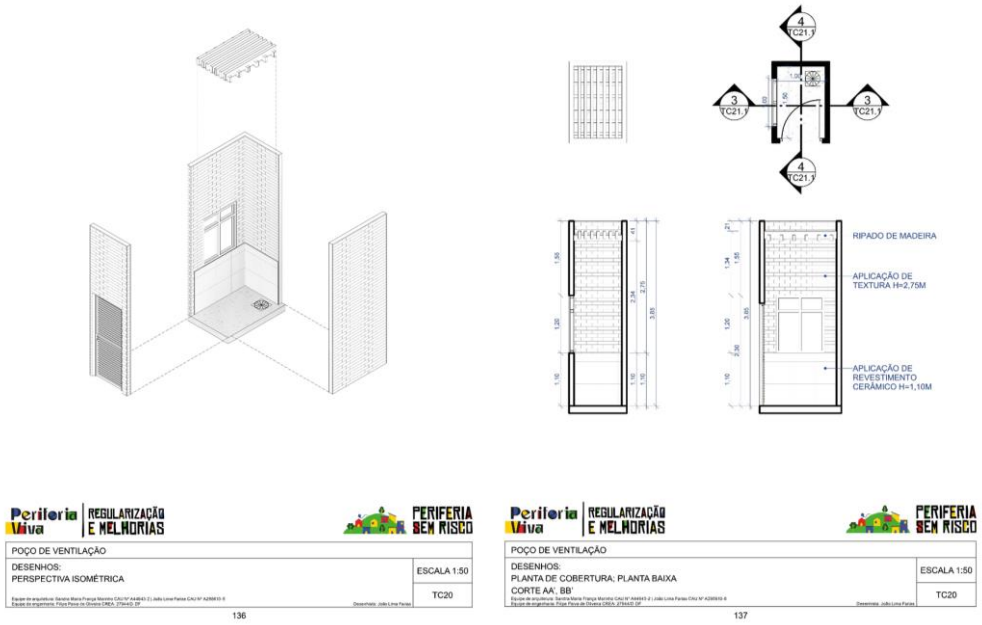
A superação das precariedades habitacionais nas periferias das cidades brasileiras deve considerar soluções com bom desempenho térmico, visando promover condições dignas de moradia. Assim, avaliar o desempenho térmico das habitações sociais é essencial para garantir que as melhorias habitacionais sejam sustentáveis e promovam eficiência energética, especialmente em comunidades de baixa renda, onde os impactos das mudanças climáticas são mais perceptíveis. Nesse contexto, a ABNT NBR 15575 é fundamental por estabelecer diretrizes claras para garantir o desempenho adequado das edificações habitacionais. A adesão a essa norma é essencial para garantir que os projetos habitacionais sociais tenham qualidade, assegurando também maior habitabilidade e resiliência nas condições adversas enfrentadas pelas periferias urbanas.

Moradias em condições precárias — marcadas por adensamento excessivo, falta de banheiros, ausência de ventilação natural, dentre outros — não só comprometem o bem-estar dos moradores, mas também criam ambientes favoráveis à propagação de doenças, ampliando a vulnerabilidade social. Nesse contexto, o **Programa Periferia Viva – Regularização e Melhorias**[1] do Ministério das Cidades busca reverter este quadro, promovendo melhorias habitacionais, com foco em um desenvolvimento urbano sustentável e inclusivo.

O programa tem como objetivo principal a promoção da melhoria da qualidade de vida das famílias beneficiárias por meio da implementação de kits de projetos padronizados. Dentre as soluções propostas, destaca-se o kit poço de ventilação (Figura 01), que constitui o objeto de estudo desta pesquisa.

[1] https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/periferias/regularizacao-fundiaria-e-melhoria-habitacional

Figura 1: Projeto técnico do poço de ventilação.



Fonte: Ministério das Cidades, 2025.

A escolha do objeto de estudo se dá pela compreensão de que em espaços mal ventilados, a concentração de poluentes e a falta de renovação do ar podem causar sintomas como dores de cabeça, cansaço, irritação dos olhos e problemas respiratórios. Além disso, a umidade elevada pode favorecer o crescimento de fungos e mofo, que representam riscos adicionais à saúde, especialmente para pessoas com sensibilidades ou condições respiratórias (Carmo, Adriano Trotta, et al. 1999). Nesse sentido, Gao, W. et al. (2021) destacam que a ventilação adequada, seja ela natural ou mecânica, desempenha um papel crucial na melhoria da qualidade do ar interno e na redução dos impactos negativos à saúde dos ocupantes, evidenciando a importância de estratégias que promovam a renovação contínua do ar em ambientes construídos.

Sob essa perspectiva, com a execução do projeto do poço de ventilação, a habitação passa a contar com uma troca de ar mais eficiente, o que não apenas melhora as condições térmicas, mas também promove um ambiente mais saudável. A ventilação adequada, além de melhorar as condições térmicas, dispersa poluentes e ajuda a manter níveis confortáveis de umidade, reduzindo o risco de doenças respiratórias e contribuindo para o bem-estar geral dos ocupantes.

Sendo assim, essa pesquisa tem como objetivo contribuir para o aprimoramento das políticas públicas habitacionais por meio da formulação de subsídios técnicos e científicos, com foco na avaliação do desempenho térmico do projeto padrão do poço de ventilação, voltado para habitações de interesse social. A pesquisa visa fornecer parâmetros que auxiliem na mitigação dos impactos das mudanças climáticas, orientando futuras diretrizes do Programa Periferia Viva e consolidando a sustentabilidade como um dos eixos estruturantes das políticas habitacionais em âmbito nacional.

Método

A pesquisa central, na qual o presente artigo se apoia, tem como objetivo principal comparar o desempenho termoenergético de unidades habitacionais com e sem poço de ventilação, nas áreas com projetos selecionados pela Portaria Nº 899, de 25 de março de 2022[2] (Figura 02).

Figura 2: Abrangência nacional das propostas selecionadas.



Fonte: Agente Operador - Caixa Econômica Federal, Janeiro de 2025.

Para isso, a primeira etapa concentrou-se no desenvolvimento de modelos termoenergéticos de uma tipologia habitacional **térrea naturalmente ventilada,** utilizada pela Caixa Econômica Federal, considerando dois cenários distintos: um com poço de ventilação e outro sem. A segunda etapa concentrou-se em simulações computacionais e seleção do clima (Figuras 3).

[2] https://mcidades.sharepoint.com/:w:/s/RegMel/Eb7HVhtfYKZCvYLAus7tKQcByULfeziaLOlGCGf-HJM4_Q?e=YsweP4

Figura 3: Planta habitacional padrão cedida pela Caixa Econômica Federal e Planta habitacional adaptada e com o poço de ventilação para a realidade das periferias.



Fonte: Agente Operador - Caixa Econômica Federal, Janeiro de 2025.

A ausência de assistência técnica em territórios periféricos e a prevalência da autoconstrução informal configuram uma realidade marcante no Brasil (CAU Brasil - Data Folha, 2015), onde adaptações realizadas pelos próprios moradores frequentemente resultam em soluções espaciais inadequadas. Nesse contexto, para fins de simulação e análise, a planta original cedida para a Caixa Econômica Federal foi adaptada, removendo a janela originalmente prevista no projeto do quarto 1. Essa modificação buscou reproduzir as condições *in loco* observadas em áreas de autoconstrução, evidenciando a carência de ventilação e iluminação natural adequadas, características recorrentes em habitações autoconstruídas, e permitindo a avaliação dos impactos dessas condições térmicas.

O modelo termoenergético foi desenvolvido no *software* DesignBuilder e as simulações foram realizadas no *software* EnergyPlus. A Definição do objeto de estudo e caracterização do modelo real e de referência foi estabelecido conforme o item 11 da NBR 15575:2021, para cada cenário (com poço e sem poço) são elaborados dois modelos: o real, que mantém as características construtivas da edificação, e o de referência, que adota parâmetros padronizados para comparação conforme apresentado na tabela 1 e 2.

Tabela 1: Características construtivas do modelo de referência.

Elemento	Condutividade térmica (W/m.K)	Calor específico (J/kg.K)	Absortância à radiação solar	Emissividade de onda longa	Densidade (kg/m³)
Paredes externas	1,75	1000	0,58	0,9	2.200
Paredes internas	1,75	1.000	valor do modelo real	Adotar valor do modelo real	2.200
Pisos	1,75	1.000	Adotar valor do modelo real	Adotar valor do modelo real	2.200
Telha (6mm)	0,65	840	0,65	0,9	1.700
Laje (100 mm)	1,75	1.000	Adotar valor do modelo real	Adotar valor do modelo real	2.200

Fonte: NBR 15575 2021 - Adaptado pelos utores (2025).

Elemento	Condutividade térmica (W/m.K)	U (W/m².K)	CT [kJ/m².K)]
Paredes externas e externas	Argamassa (2cm) + Bloco cerâmico (9x19x39cm) + Argamassa (2cm)	2,36	130
Forro	Forro PVC	3,4	6,25
Cobertura	Telha fibrocimento	6	24

Fonte: Autores (2024).

Modelagem

A modelagem incluiu a seleção da habitação que foi objeto de estudo, considerando as intervenções do Programa Periferia Viva em diferentes contextos climáticos e urbanos. Também abrangeu o levantamento das características das tipologias habitacionais contempladas pelo programa, incluindo área construída, materiais de cobertura e fechamento, e orientações de fachada. Por fim, envolveu a identificação dos parâmetros de

desempenho térmico e conforto ambiental, como ventilação natural, sombreamento, coeficiente de transmissão térmica e eficiência energética.

Simulações computacionais

As simulações computacionais foram conduzidas/realizadas utilizando o *software EnergyPlus* na interface do software *DesignBuilder*, para verificar a adequação das tipologias às condições climáticas locais.

A escolha da zona bioclimática 08 se dá pela sua representatividade de condições climáticas extremas em termos de altas temperaturas, comuns em regiões de clima quente e úmido no Brasil. Essas características tornam essa zona um cenário crítico para o estudo de estratégias de ventilação natural e desempenho térmico, uma vez que as habitações localizadas nessas áreas frequentemente enfrentam desafios relacionados ao conforto térmico e à eficiência energética. Além disso, a análise nessa zona bioclimática permite avaliar a eficácia de soluções projetuais em reduzir a exposição dos ocupantes a temperaturas operativas desconfortáveis, contribuindo para a formulação de diretrizes que atendam à realidade climática e social de uma parcela significativa do território brasileiro.

Tabela 3: Caracterização bioclimática da cidade pesquisada .

Cidade	ZB	INTERVALO	TBS (°C)	ARQUIVO CLIMÁTICO	Fonte
São Luís	ZB 8	2		BRA_MA_Sao.Luis.817150_INMET	INMET

Fonte: Autores (2025).

A comparação dos resultados das simulações com os limites estabelecidos na norma brasileira de desempenho. A variável de saída analisada foi a temperatura operativa interna horária (°C) anual dos ambientes de permanência prolongada (sala e dormitórios). O objetivo foi obter três indicadores de desempenho: o percentual de horas de ocupação dentro da faixa de temperatura operativa (PHFT), a temperatura operativa anual máxima (Tomáx) e a temperatura operativa anual mínima (Tomín). Esses indicadores foram calculados para cada ambiente individualmente e para toda a Unidade Habitacional (UH), permitindo avaliar o desempenho térmico das habitações. Segundo a NBR 15575 (2021), para atender ao nível mínimo de desempenho, o modelo real deve apresentar um percentual de horas de ocupação dentro da faixa de temperatura operativa (PHFTUH) superior a 90% do modelo de referência. Além disso, a temperatura operativa anual máxima (TomáxUH) não pode exceder a do modelo de referência em mais de 2°C para UH térreas, e a mínima (TomínUH), quando aplicável (ZB 1

a 7), não pode ser inferior à do modelo de referência em mais de 1°C. Vale ressaltar que os três indicadores consideram apenas as horas de ocupação dos ambientes. Além disso, o PHFT utiliza uma faixa de temperatura operativa menor do que 28ºC, conforme as condições climáticas da zona bioclimática 08.

Resultados

Tabela 2:Resultados das simulações para os dois cenários.

CENÁRIO	PHFT UH REAL (%)	PHFT UH REF (%)	TOMÁX REAL (°C)	TOMÁX REF(°C)
COM POÇO	50,51	41,64	34,95	33,88
SEM POÇO	20,73	17,67	36,05	34,65

Fonte: Autores (2025).

Figura 4: Resultados da simulação para o cenário sem poço de ventilação.



Fonte: Os autores, janeiro de 2025.

Figura 5: Resultados da simulação para o cenário com poço de ventilação.



Fonte: Os autores, janeiro de 2025.

Análise dos resultados

No cenário com poço de ventilação, o PHFT foi de 37,67% para a UH Referência e 59,25% para a UH Real. Já no cenário sem poço de ventilação, os valores caíram para 20,79% para a UH Real e 17,67% para a UH Referência. Isso evidencia uma significativa melhora na quantidade de horas em que os ambientes permanecem dentro da faixa de temperatura quando o poço é utilizado.

No cenário com poço, a Tomáx foi de 34,25°C, enquanto no cenário sem poço esse valor subiu para 36,58°C. Isso demonstra que o poço contribui para a redução das temperaturas máximas, mesmo que de forma modesta. Em relação ao Tomín, apesar de não ser um critério avaliado para a ZB 8, o resultado foi similar nos dois cenários (cerca de 24°C). Isso indica que o poço de ventilação não altera significativamente as temperaturas mínimas, sendo mais relevante para a mitigação dos picos de calor.

Já os gráficos (Figuras 4 e 5) mostram que as unidades habitacionais com poço de ventilação apresentam maior percentual de horas de ocupação dentro da faixa de conforto térmico, especialmente na UH Real. Isso reflete os ganhos de conforto proporcionados pelo aumento da circulação de ar. A comparação dos gráficos demonstra que o poço de ventilação reduz as temperaturas máximas internas, promovendo maior conforto térmico durante os períodos mais quentes do dia. Esses resultados confirmam que a presença do poço de ventilação é eficaz na melhoria das condições térmicas, especialmente em climas quentes e secos, onde a dissipação do calor é essencial.

Todos os cenários com poço e sem poço atenderam ao nível mínimo de desempenho térmico. O atendimento em ambas as situações está relacionado com a escolha dos materiais, que estão dentro dos critérios térmicos da norma.

A análise dos dois cenários evidencia o impacto positivo da implementação do poço de ventilação em habitações de interesse social. Comparando os indicadores de desempenho térmico (PHFT, Tomáx e Tomín), observa-se que o poço proporciona uma melhora significativa na qualidade térmica dos ambientes internos. O percentual de horas na faixa de conforto térmico (PHFT) foi consideravelmente maior (20% a mais no percentual de horas dentro da faixa de Temperatura Operativa) nas unidades com poço, especialmente na UH Real, o que indica um desempenho superior em situações que refletem condições reais de ocupação.

Além disso, a redução das temperaturas máximas (Tomáx) em aproximadamente 2,3°C no cenário com poço de ventilação reforça a eficiência da estratégia para mitigar os picos de calor. Essa redução contribui diretamente para a habitabilidade geral dos espaços.

Os gráficos apresentados ilustram essas conclusões, demonstrando o potencial do poço de ventilação, tanto em termos de manutenção das temperaturas internas dentro de limites estabelecidos pela norma. A presença do poço promove uma ventilação natural mais efetiva, reduzindo a acumulação de calor e melhorando o desempenho térmico geral.

Conclusões

Dessa forma, a inclusão do poço de ventilação, para o cenário simulado e exposto no presente artigo, representa uma estratégia viável e de baixo custo para aprimorar a habitabilidade das unidades, alinhando-se ao objetivo do Programa Periferia Viva! fortalecendo o seu caráter de enfrentamento aos desafios das mudanças climáticas em áreas periféricas. Essa solução contribui para um ambiente interno termicamente mais ameno, garantindo a habitabilidade das habitações de interesse social. Entretanto, alguns desafios e limitações foram identificados ao longo da pesquisa. A principal limitação diz respeito à simplificação dos modelos utilizados nas simulações, que, embora representativos, não captam a totalidade das variações construtivas e ocupacionais presentes nas realidades periféricas brasileiras. Além disso, a ausência de dados empíricos *in loco*, especialmente sobre padrões de uso e ventilação natural efetiva, restringe a validação completa dos resultados. Esses fatores ressaltam a importância de futuras pesquisas aplicadas em campo e de políticas públicas que integrem assistência técnica continuada às famílias beneficiadas.

Referências

ABNT NBR 15220-3. Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. ABNT, 2005.

ABNT NBR 15575. Edifícios Habitacionais de até Cinco Pavimentos – Desempenho:

_____ Parte 1: Requisitos gerais. ABNT, 2008.

_____ Parte 4: Fachadas e paredes internas. ABNT, 2008.

Carmo, Adriano Trotta; Prado, R.T.A. **Qualidade do ar interno**. São Paulo: EPUSP, 1999.

Maricato, Ermínia. **O impasse da política urbana no Brasil.** Petrópolis: Vozes, 2011.

Rolnik, Raquel. **Guerra dos lugares: a colonização da terra e da moradia na era das finanças.** São Paulo: Boitempo, 2019.

Acslerad, Henri. **Percepção de riscos e vulnerabilidade social.** Rio de Janeiro: Garamond, 2013.

Romero, Marcelo. **Arquitetura bioclimática: estratégias de integração entre ambiente construído e meio ambiente.** Porto Alegre: Bookman, 2001.

Labaki, Lucila; Schiffer, Sueli. **Arquitetura bioclimática em climas tropicais.** Campinas: Editora Unicamp, 2012.

Givoni, Baruch. **Climatic Building Design: energy-efficient building principles and practice.** Nova Iorque: John Wiley & Sons, 1998.

Romero, Marcelo et al. **O desempenho térmico e a sustentabilidade em habitações sociais.** Revista Brasileira de Construção Sustentável. São Paulo: ANTAC, Vol. 2, N. 3, julho de 2019, pp. 45-59.

Gao, W. et al. **Ventilação e qualidade do ar interno: estratégias e impacto na saúde.** Arquitetura e Saúde. São Paulo: Elsevier, Vol. 5, N. 2, abril de 2021, pp. 102-119.

Portaria nº 899, de março de 2022 - Divulga o resultado do processo de seleção de propostas do Programa de Regularização Fundiária e Melhoria Habitacional.