



## XVIII CONBRAVA - CONGRESSO BRASILEIRO DE REFRIGERAÇÃO, AR-CONDICIONADO, VENTILAÇÃO, AQUECIMENTO E TRATAMENTO DO AR

São Paulo Expo – 13 à 15 de setembro de 2023

### SAÚDE E CONFORTO EM AMBIENTES CLIMATIZADOS

#### PAPER 43

#### RESUMO

A relação entre edifícios climatizados e a prevalência de agravos à saúde em seus ocupantes é reconhecida. Falta de ventilação, filtragem, limpeza e manutenção de aparelhos de ar-condicionado são identificadas como fatores críticos nesta relação. Foi realizada pesquisa com usuários de ar-condicionado residencial no Brasil, com o objetivo de identificar hábitos que podem interferir na qualidade do ar interno, impactando o bem-estar e o risco à saúde. Por meio de questionário divulgado em redes sociais, foram obtidas 404 respostas indicando que nas regiões mais quentes do país é mais frequente o uso do ar-condicionado de forma contínua ao longo do ano, e mais frequente a escolha de temperaturas de ajuste mais baixas para operação do ar-condicionado. A pesquisa indicou que 70% dos usuários mantêm portas e janelas sempre fechadas quando utilizam ar-condicionado, impedindo a renovação de ar no ambiente; 10% dos respondentes limpam o filtro do ar-condicionado na periodicidade recomendada (mensal); 40% nunca acionaram uma empresa para limpeza e manutenção. Foram feitas recomendações visando contribuir para o bem-estar e mitigação do risco à saúde no ambiente climatizado, considerando adequação nos espaços em função de pandemias, eventos climáticos extremos, bem como a expansão do uso do ar-condicionado como solução de conforto.

**Palavras-chave:** Ventilação. Saúde. Qualidade do ar interno.

#### ABSTRACT

There is an association between air-conditioned buildings and health symptoms prevalence among its occupants. Lack of ventilation, filtration, cleaning, and maintenance of air conditioners are identified as critical factors in this association. An online survey was conducted to identify user habits that may compromise indoor air quality, and impact well-being and health risk of its users. Responses from 404 residential air-conditioner users in Brazil, indicate that continuous use of air-conditioning throughout the year is more frequent in hotter regions in the country, as well as a preference for lower temperature setpoints. Responses also indicate that 70% of the users always keep doors and windows shut while using air-conditioning, preventing indoor air renewal, only 10% clean air-conditioner filters monthly, as recommended, and 40% never called for a professional HVAC technician to service their air-conditioning units. Recommendations were made to address the criticality of these aspects in a climate change scenario, which calls for building resilience, adaptation to extreme weather events and pandemics, and the increasing use of air-conditioning as a solution for user comfort and well-being.

**Keywords:** Indoor air quality. User behavior. Ventilation. Health.

## 1 INTRODUÇÃO

Existe uma associação entre edifícios climatizados e a prevalência de agravos à saúde em seus ocupantes. A relação entre a percepção de sintomas e a permanência dos ocupantes no edifício ficou caracterizada como síndrome do edifício doente, ou sick building syndrome (SBS). A causa dos sintomas é desconhecida, e a maioria não persiste após o ocupante deixar o edifício (BURGE, 2004).

Dos fatores relacionados ao ambiente construído, o principal aspecto associado aos sintomas dessa síndrome é a ventilação. A ventilação colabora para a percepção de bem-estar e é um item importante para o conforto do usuário. A falta de ventilação e de renovação do ar contribuem para a sensação de mal-estar e aumentam o risco à saúde. Na associação entre ventilação e saúde identifica-se uma proporcionalidade inversa, ou seja: o incremento na ventilação reduz a prevalência de sintomas, e vice-versa (ORANJE; UENO, 2022).

Conceitualmente, uma taxa de ventilação insuficiente pode ser resultado de especificações de projeto e normas que priorizam aspectos de eficiência energética sobre aspectos de saúde. Operacionalmente, falta de renovação de ar, falhas na limpeza e manutenção, ou filtragem inadequada, podem prejudicar a qualidade do ar interno (QAI) no ambiente. Estes problemas podem ser influenciados pelos hábitos e comportamento dos usuários, em particular no caso de ar-condicionado residencial (em geral, aparelhos de janela e sistemas split).

O comportamento do usuário é caracterizado por sua interação com interfaces dos aparelhos de ar-condicionado, como termostato e controle remoto, suas preferências, bem como estratégias de adaptação (HEYDARIAN et al., 2020). É caracterizado também por sua interação com parâmetros normativos ou recomendados de limpeza, manutenção e ventilação no uso do ar-condicionado. A influência do comportamento do usuário para o desempenho energético do edifício e de sistemas de ar-condicionado é reconhecida e tem sido amplamente estudada. Identifica-se uma lacuna entre o desempenho previsto e o real em termos de consumo de energia (DELZENDEH et al., 2017). Entretanto, faltam estudos sobre a influência do comportamento do usuário em aspectos de bem-estar, saúde e conforto nos edifícios

## 2 METODOLOGIA

Foi realizada uma pesquisa quantitativa por meio de um questionário de elaboração própria, estruturado, divulgado em redes sociais com acesso pela internet, através da ferramenta Google Forms<sup>1</sup>. As perguntas foram organizadas em três blocos temáticos, a saber:

---

<sup>1</sup> O questionário foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da EACH USP (CAAEE 50581321.9.0000.5390, parecer 4.894.299)

O primeiro bloco tratou do perfil do respondente e demais moradores de sua residência. Incluiu questões sobre perfil socioeconômico, como gênero, faixa etária e renda, bem como a prevalência autorreferida de doenças respiratórias e identificação de fumantes.

O segundo bloco abordou o contexto geográfico, urbano e climático. Foi solicitado ao respondente preencher o nome da cidade onde mora, não havendo restrição ou opção pré-definida. Esta questão visou permitir o cruzamento de respostas sobre hábitos de uso com informações climatológicas. Para maior relevância estatística, as localidades informadas foram agrupadas em faixas de temperatura máxima anual, de acordo com os dados das Normais Climatológicas do Brasil 1991-2020 e 1981-2010 (INMET, 2022).

O questionário incluiu também características da residência e entorno urbano. Estes fatores podem indicar que o uso de AC esteja relacionado a aspectos não climáticos, como o isolamento em relação a ruído e poluição atmosférica. Foi dada atenção à orientação solar da residência, em particular os dormitórios, para compreensão da possível carga térmica nas fachadas.

O terceiro bloco tratou dos hábitos de uso do ar-condicionado. Foi solicitado identificar a quantidade e tipo de equipamentos na residência. Em relação à frequência, foi perguntado o uso ao longo do ano, o horário de uso ao longo do dia, e se o usuário dorme com o ar-condicionado ligado. Foi perguntada também a temperatura de ajuste mais utilizada. Em relação à renovação de ar, foi incluída uma pergunta sobre o hábito de manter portas e janelas fechadas durante o uso do ar-condicionado. Para identificar o nível de conscientização em relação aos cuidados de limpeza e manutenção, foi perguntada a frequência de limpeza dos filtros e o acionamento de empresa especializada para realizar a manutenção do equipamento. Neste bloco foi importante não deixar transparecer algum juízo de valor nas questões, para que o usuário identificasse seus hábitos com naturalidade, e não respondesse o que acha que o entrevistador quer ouvir.

A pesquisa online foi realizada entre fevereiro e abril de 2022, por meio de convite aberto em mídias sociais. Após a coleta dos dados realizou-se uma análise descritiva, além de uma análise de correlação entre as variáveis analisadas, utilizando o software IBM SPSS Statistics, associando informações reportadas na pesquisa. Resultados e tendências que se destacaram em relação à distribuição média foram expressos em gráficos de distribuição de frequência. Por se tratar de pesquisa exploratória, sem amostragem representativa, os dados apresentam-se em figuras e quadros com estatística descritiva das frequências obtidas.

### **3 RESULTADOS**

Nesse período foram registradas 598 respostas válidas. Deste total, 404 (68%) responderam que têm ar-condicionado em casa. Considerando a quantidade de aparelhos informada pelos usuários, 80% são condicionadores divididos do tipo split, em média 2,2 aparelhos por residência, e 20% são

aparelhos de janela, em média 1,6 por residência. Essa proporção só se altera significativamente em algumas cidades: no Rio de Janeiro, os aparelhos de janela respondem por 49% do total, em Recife por 47%, e em Niterói por 55%.

Pouco mais da metade (56%) dos 194 que responderam que não têm ar-condicionado em casa, indicaram que não têm intenção de aquisição num futuro próximo.

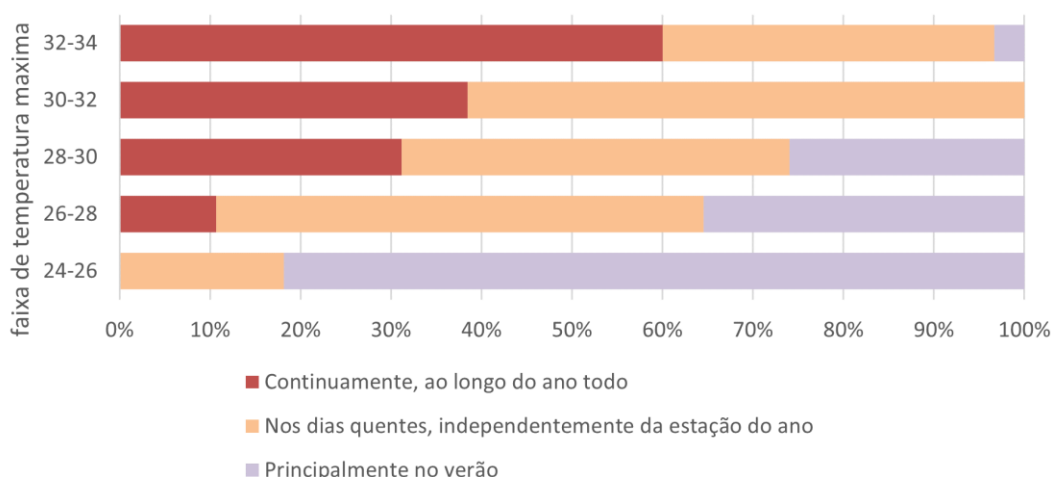
Quase a metade dos respondentes que têm ar-condicionado reportou a incidência de casos de rinite (47%), alergia (40%), sinusite (34%) e asma (11%) entre os moradores de suas casas, e 11% dos respondentes indicaram que há um ou mais fumantes em casa.

### 3.1 Preferências de uso e de temperatura

A faixa de temperatura máxima na cidade do respondente se destaca como fator de influência no comportamento de uso do ar-condicionado. A pesquisa sugere que o uso contínuo de ar-condicionado ao longo do ano tende a aumentar nas faixas de temperatura máxima mais alta, superando 60% dos usuários na faixa de 32°C a 34°C (Figura 1).

A faixa de temperatura máxima influencia também o hábito de dormir com o ar-condicionado ligado. Os resultados sugerem que 84% dos respondentes na faixa de 32°C a 34°C adotam este hábito, contra 63% na média geral dos respondentes. Na faixa de 24°C a 26°C, apenas 25% dos usuários responderam ter este hábito.

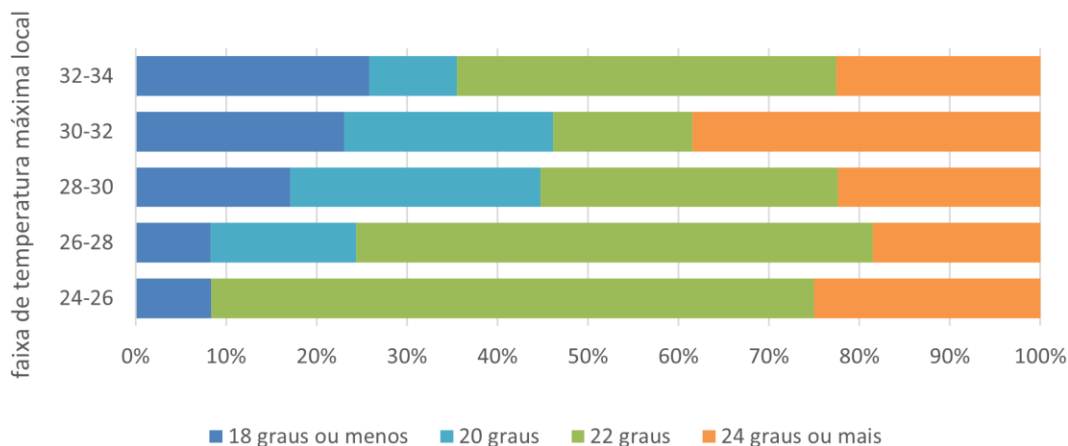
Figura 1: Uso do ar-condicionado ao longo do ano, segundo faixa de temperatura máxima (média anual em °C)



Fonte: Elaborada pelo autor (Dados da pesquisa "Conforto e saúde no ambiente climatizado", 2022.)

Os resultados mostram que quanto maior a temperatura externa, maior a preferência do usuário por utilizar temperaturas de ajuste mais baixas no ar-condicionado (Figura 2). Em muitos aparelhos, 18°C é a temperatura mais baixa que consta no controle remoto, ou seja: o usuário está escolhendo a menor opção possível, independentemente do seu valor numérico.

Figura 2: Temperatura de ajuste mais utilizada no ar-condicionado, segundo temperatura máxima externa (média anual em °C)



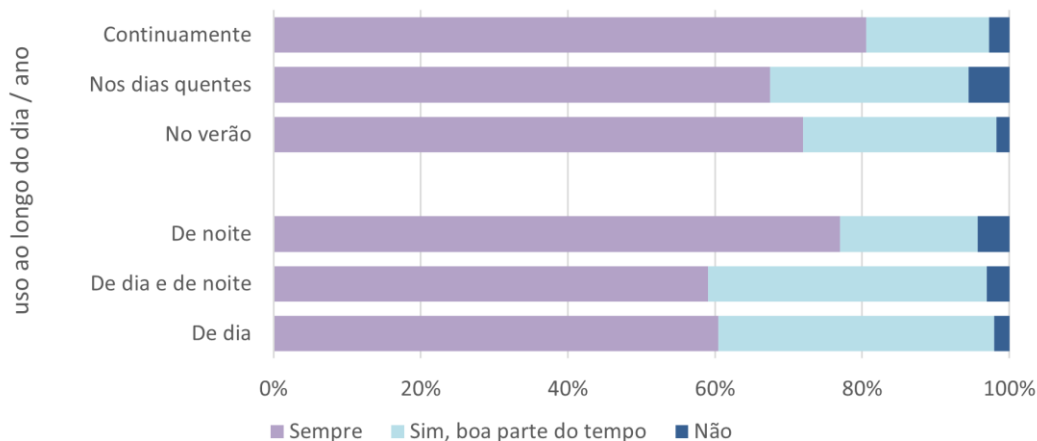
Fonte: Elaborada pelo autor (Dados da pesquisa “Conforto e saúde no ambiente climatizado”, 2022.)

### 3.2 Ventilação

De acordo com os resultados de pesquisa, 70% dos usuários mantêm janelas e portas sempre fechadas ao usar o ar-condicionado, 27% responderam que fazem isso boa parte do tempo, e apenas 3% indicaram que não mantêm as janelas e portas sempre fechadas.

Em algumas situações, esse resultado aparece ainda mais pronunciado: 80% dos que utilizam o ar-condicionado de forma contínua ao longo do ano e costumam dormir com ar-condicionado ligado mantêm portas e janelas fechadas durante o uso; e 77% dos que utilizam o ar-condicionado durante a noite e costumam dormir com o ar-condicionado ligado o fazem em ambiente fechado (Figura 3).

Figura 3: proporção de tempo que o usuário mantém portas e janelas fechadas durante o uso do ar-condicionado ao longo do dia e ao longo do ano



Fonte: Elaborada pelo autor (Dados da pesquisa “Conforto e saúde no ambiente climatizado”, 2022)

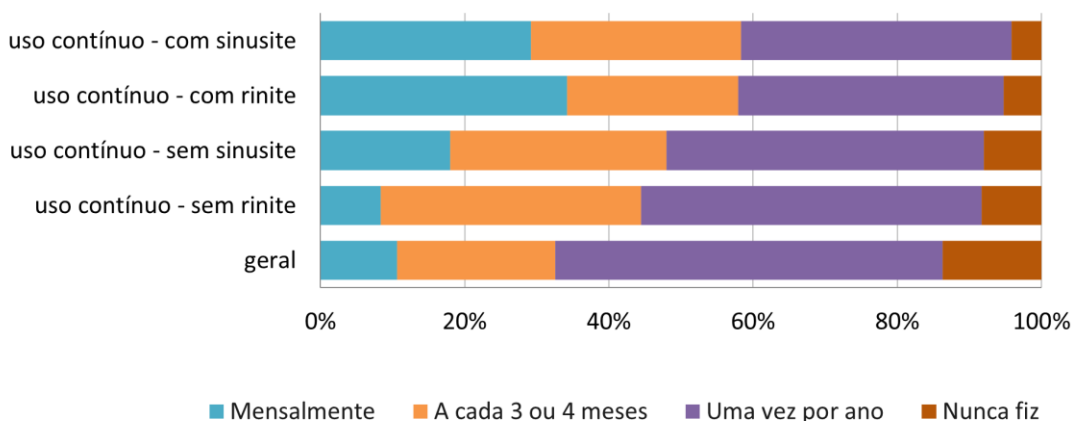
Ou seja, a pesquisa sugere que o usuário que está exposto ao ambiente climatizado por mais tempo é o que menos promove renovação de ar neste ambiente.

### 3.3 Limpeza e manutenção

Apenas 10% dos respondentes afirmaram limpar mensalmente o filtro do ar-condicionado, que é a frequência recomendada por norma; 21% responderam limpar a cada 3 ou 4 meses, e 52% anualmente; 13% afirmam nunca ter limpado o filtro do ar-condicionado. Chama a atenção que um terço deste último grupo (34%) possui ar-condicionado em casa há mais de 5 anos.

A pesquisa mostrou que respondentes que usam o ar-condicionado de forma contínua ao longo do ano todo, e que têm ou residem com quem tem rinite e sinusite realizam a limpeza do ar-condicionado com maior frequência (Figura 4). Não foi evidenciada uma relação entre frequência de limpeza do ar-condicionado e outras doenças respiratórias, tabagismo ou hábitos de uso do ar-condicionado.

Figura 4: frequência de limpeza de filtro x doenças respiratórias



Fonte: Elaborada pelo autor (Dados da pesquisa "Conforto e saúde no ambiente climatizado", 2022.)

Em média, 60% dos respondentes já acionaram alguma empresa especializada para limpeza e manutenção periódica do ar-condicionado. Entre respondentes com menor renda familiar, essa resposta foi de 40%. Entre aqueles que afirmam limpar o filtro do ar-condicionado uma vez por ano, 76% o fazem por meio de empresa especializada; 32% dos que têm ar-condicionado há 1 ano, e 70% dos que possuem ar-condicionado há mais de 5 anos, já acionaram empresa especializada para limpeza e manutenção.

## 4 DISCUSSÃO

A pesquisa identificou hábitos dos usuários que interferem na qualidade do ar interno, como manter portas e janelas sempre fechadas com o ar-

condicionado ligado, impedindo a renovação de ar no ambiente. Abrir portas e janelas, principalmente nas regiões mais quentes, implica em perda de eficiência do resfriamento, e consumo maior de energia elétrica. O hábito da maioria dos usuários prioriza a eficiência energética.

A quantidade de ventilação (renovação de ar) e a qualidade de filtragem influenciam parâmetros de qualidade do ar, com impacto tanto para a saúde como para a eficiência. Priorizar apenas a eficiência energética pode remeter a uma perspectiva de curto prazo para o usuário, por exemplo a sua despesa mensal com energia elétrica. Aspectos de saúde remetem a perspectivas de médio e longo prazo. Eventos como a pandemia da COVID-19 conseguiram trazer aspectos de saúde para perspectivas de curto prazo, mudando paradigmas em várias áreas.

O usuário pode adotar hábitos por desconhecimento dos aspectos envolvidos e riscos decorrentes daquela decisão. Por exemplo, não saber que a recirculação de ar no ambiente e a falta de limpeza periódica dos filtros podem acarretar riscos à saúde; ou não entender que escolher uma temperatura de ajuste mais baixa não reduz o tempo para atingir uma condição de conforto.

Nas regiões mais quentes do Brasil, o usuário tem uma exposição mais prolongada ao ambiente climatizado, e está mais sujeito ao choque térmico entre a temperatura interna e externa. Pode-se inferir que quanto maior o tempo de permanência em ambientes climatizados, maior a chance de ocorrerem problemas de saúde decorrentes da deterioração da QAI. Pelo aspecto da concentração de CO<sub>2</sub>, essa relação é direta, pois aumenta pela própria ocupação humana no local; para outros poluentes dependerá da qualidade de filtragem e renovação do ar. Estudos futuros podem quantificar o incremento não só na frequência, mas também na gravidade do risco à saúde pelo uso prolongado em relação ao uso habitual e ocasional, e em relação aos ritmos circadianos e sazonais.

Um efeito estudado em relação à permanência prolongada em ambientes climatizados é a hipótese de vício ao resfriamento artificial. Usuários com maior tempo de permanência em ambientes climatizados tendem a preferir o ar-condicionado à ventilação natural como estratégia de conforto. O uso prolongado de ar-condicionado também influencia a adaptabilidade térmica de seus usuários, tanto no aspecto fisiológico, como psicológico e comportamental. A temperatura constante do ar-condicionado pode deixar os usuários menos tolerantes a variações térmicas, o que agravará o stress com mudanças bruscas de temperatura. Pessoas acostumadas a ambientes com ventilação natural, tendem a ter mais capacidade para regulação fisiológica ao choque térmico (YU et al., 2012). Usuários acostumados ao AC tendem a ter uma tolerância menor em relação a stress térmico devido às temperaturas altas no ambiente externo (KRÜGER; DRACH; BRÖDE, 2015).

Também se observa que a temperatura de conforto aceitável na percepção do usuário acostumado ao AC é menor do que na percepção de quem está acostumado à VN. Um estudo na Coreia indicou que o desenvolvimento e

disseminação de sistemas de climatização alterou a expectativa de conforto dos usuários nos últimos 25 anos para mais quente no inverno e mais frio no verão (BAE; CHUN, 2009). Num estudo de 2 anos sobre uso de AC residencial na Austrália, a preferência do usuário frequente (AC heavy user) em relação ao usuário ocasional (AC light user) mostrou-se 2 graus menor ao longo da escala de sensação térmica utilizada (DE DEAR; KIM; PARKINSON, 2018).

Os resultados da pesquisa são consistentes com os estudos mencionados. A preferência por temperaturas mais baixas mostra-se associada tanto ao uso prolongado ou contínuo do ar-condicionado, como a temperaturas externas maiores. Ramos et al. (2020) associam esta preferência, entre outros, ao desempenho dos edifícios. No Brasil é comum edifícios residenciais terem paredes e tetos com alta transmitância, o que pode levar a uma temperatura radiante maior, especialmente em regiões extremamente quentes. Esta hipótese, embora plausível, não foi avaliada na pesquisa, que teve um foco maior no entorno urbano do edifício. Entretanto, mais de 60% dos respondentes nas faixas de temperatura máxima de 30°C e acima moram em casas, 78% no caso de Manaus. Por conta de uma maior exposição, principalmente da cobertura, é consistente com a hipótese proposta por Ramos et al. (2020).

#### **4.1 Recomendações finais**

Atualmente, cerca de 17% dos domicílios no Brasil têm condicionadores de ar (ELETROBRAS, 2019). O cenário atual favorece o potencial de crescimento da opção por ar-condicionado como solução de conforto frente ao aumento das temperaturas externas, tanto globalmente como no hemisfério sul, e no Brasil (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2018).

Pavanello et al. (2021) estimam que o Brasil passará de quase 20% de domicílios com ar-condicionado em 2018 para 65 a 85% em 2040. Os estados da região Norte devem atingir a saturação (90%) neste período. O aumento de renda tem um papel preponderante em relação à demanda climática na adoção do ar-condicionado em países emergentes.

Nesse sentido, a expansão do mercado de ar-condicionado em países menos desenvolvidos deve se dar por meio da aquisição de aparelhos mais baratos, normalmente de menor eficiência e abastecidos com fluidos refrigerantes de maior potencial de aquecimento global (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2018; MASTRUCCI et al., 2022; SUSTAINABLE ENERGY FOR ALL, 2019). Vislumbra-se aqui um risco de saúde crescente: à medida que a aquisição do ar-condicionado se torna mais acessível, mas a despesa com manutenção não acompanha esta redução de custos, torna-se inacessível ou não prioritária ao proprietário do aparelho. É avaliado o impacto do custo da energia para o usuário, principalmente para os mais pobres, mas é necessário avaliar o impacto dos custos de manutenção do ar-condicionado para os usuários de menor renda, e os efeitos para a saúde agravados por uma manutenção falha ou inexistente. Admitindo que a presença do ar-condicionado nos domicílios brasileiros irá dobrar em 15 anos, é algo que deve ser estudado.



É preciso discutir também como o edifício em si impacta o conforto do usuário frente aos cenários de mudanças climáticas, para além dos sistemas de climatização. Sabe-se que a temperatura deverá subir, exigindo maior resiliência dos edifícios para manter uma condição de conforto. Em particular, a habitação informal mostra-se vulnerável neste sentido. Materiais de baixa massa térmica, pouca ventilação e falta de espaço para seus ocupantes podem resultar em stress térmico no ambiente interno (NUTKIEWICZ et al., 2022). Medidas simples, como pintura reflexiva na cobertura e incremento de ventilação, podem mitigar este efeito até certo ponto. Uma análise construtiva de modelos de casa utilizados para habitação social no Brasil mostrou um desempenho térmico baixo no cenário atual, tendendo a piorar num cenário de 2050 (TRIANA; LAMBERTS; SASSI, 2018). Adequações na especificação de paredes, coberturas e janelas podem mitigar o aumento no consumo de energia, mas não a ponto de prescindir do uso de ar-condicionado num cenário futuro.

Medidas de adaptação e reforma em edifícios para aumentar sua resiliência em relação a cenários futuros envolvem não apenas o desenvolvimento de soluções técnicas, mas o questionamento de padrões uniformes de conforto atuais, promovendo a adaptação ao clima, ao invés do controle sobre ele (CHAPPELLS; SHOVE, 2005; SHOVE et al., 2008; WINTER, 2013). Para edificações novas, pode-se pensar em projetos mais adequados e adaptáveis, tanto ao frio quanto ao calor, e que considerem também padrões de uso e ocupação em relação a riscos de doenças transmissíveis pelas vias respiratórias. Do ponto de vista urbano, a transição entre o ambiente interno e o ambiente externo deverá receber atenção especial, não apenas como uma experiência inevitável (por exemplo, portas giratórias na entrada de hotéis), mas uma experiência prazerosa, como sair de casa para o jardim.

Os resultados da pesquisa não permitiram evidenciar uma relação entre as características construtivas da habitação e do entorno urbano com a utilização do ar-condicionado. Mais pesquisas são necessárias para compreensão das estratégias de que o usuário dispõe para buscar conforto num cenário de mudanças climáticas e como se comportará em relação a cada uma delas. Também aqui o aspecto de incerteza está presente. Em muitos casos, a resposta atual não atende a cenários futuros.

## **5 CONCLUSÕES**

Identifica-se na literatura uma associação entre a qualidade do ar interno e a prevalência de agravos à saúde em edifícios climatizados. Esta qualidade é determinada pela renovação do ar no ambiente, e pela filtragem do ar enquanto estiver circulando no ambiente. Para isso a ventilação exerce papel fundamental e confere proporcionalidade a esta associação, ou seja, níveis baixos de ventilação têm impacto negativo para a saúde, e o aumento da ventilação pode acarretar uma redução da prevalência dos sintomas. Não foi possível definir uma taxa mínima de ventilação que fosse universal.

A pesquisa quantitativa sugere que atitudes dos usuários interferem em parâmetros recomendados para operação de sistemas de climatização, com prejuízos à qualidade do ar interior, tanto para sua renovação como para sua filtragem. A maioria dos respondentes mantém portas e janelas fechadas quando utilizam o ar-condicionado, impedindo a renovação de ar no ambiente. Apenas 10% dos respondentes limpa mensalmente o filtro de seus aparelhos de ar-condicionado e 40% nunca acionaram uma empresa para limpeza e manutenção periódica.

Estas atitudes podem ser fruto de aspectos sobre os quais o usuário praticamente não tem escolha. Por exemplo, a falta de um dispositivo para renovação de ar em condicionadores divididos (tipo split), e o tipo de filtro fornecido com o equipamento, definido por norma. Além disso, aspectos econômicos como o custo para operação e manutenção, e o crescimento da opção pelo ar-condicionado como solução de conforto nas classes mais populares, baseado na aquisição dos modelos mais baratos, menos eficientes, e com fluidos de maior potencial de aquecimento global.

As atitudes podem ser fruto de desconhecimento sobre os riscos à saúde decorrentes da falta de ventilação, limpeza e manutenção do ar-condicionado. Estes riscos são identificados nos artigos analisados, comparando edifícios com ventilação natural a edifícios com climatização artificial, mas a percepção do usuário se dá pelos sintomas, não pelas causas. Falta clareza na comunicação; um design voltado para o usuário, com melhora na visibilidade das funções (e limitações) do aparelho e suas interfaces é necessário para uma compreensão mais plena.

As atitudes espelham ainda preferências, baseadas na avaliação subjetiva dos usuários. A pesquisa sugere que a opção pelo uso contínuo do ar-condicionado ao longo do ano, e a utilização de temperaturas mais baixas aumenta nas regiões mais quentes. Há indícios de que a exposição prolongada ao ar-condicionado possa agravar os riscos à saúde, mas faltam estudos que evidenciem esta relação. Os artigos analisados avaliam a hipótese de vício ao resfriamento artificial. Usuários com maior tempo de permanência em ambientes climatizados tendem a preferir esta solução de conforto, e se tornam menos tolerantes a variações térmicas.

Por este aspecto, o risco à saúde existe tanto para quem está no ambiente climatizado como para quem está fora dele. O calor rejeitado pelos equipamentos aumenta a temperatura externa e reforça a ocorrência de ilhas de calor. Na pesquisa, não foi possível evidenciar relação entre o entorno urbano e o uso do ar-condicionado. Faltam estudos que olhem para o ambiente interno e o externo de forma integrada, enfocando tanto os aspectos de arquitetura e urbanismo, como de saúde e bem-estar dos habitantes.

A criticidade dos riscos identificados pode aumentar quando se considera cenários futuros de mudança do clima. A pesquisa sugere que as faixas de menor renda têm expectativa de adquirir condicionadores de ar, e diversos artigos convergem na previsão de que a posse de ar-condicionado deve mais

do que dobrar no Brasil até o final da próxima década, tornando-se mais acessível a todas as classes. O risco à saúde pode ser agravado não apenas pelos eventos extremos do clima em si, mas também pela capacidade econômica de parte da população para operar e manter aparelhos de ar-condicionado em condições que garantam uma boa qualidade do ar interior. Não se vislumbra que a expansão deste mercado venha a diminuir diferenças de eficiência, tecnologia e impacto ambiental que hoje existem, tanto entre países, como entre classes de poder aquisitivo em cada país.

Em busca de um olhar mais amplo, foi analisado também o desempenho atual e a resiliência dos edifícios para o conforto do usuário num cenário de mudanças climáticas. A habitação informal e social mostra-se vulnerável neste sentido, e precisará de adequações construtivas em que o ar-condicionado soma, mas não substitui as demais estratégias de adaptação ao clima.

O presente estudo buscou contribuir nesse sentido, reforçando a importância do comportamento como direcionador de escolhas que podem trazer riscos à saúde, e alertando para sua criticidade num cenário de mudanças climáticas. A solução para mitigar este risco não são edifícios saudáveis, em contraposição a edifícios doentes. É uma dicotomia desnecessária e improdutiva. Visando um ambiente saudável, será mais produtivo questionar a uniformidade dos padrões de conforto atuais, numa visão holística que respeite diferenças pessoais, regionais e climáticas. Uma visão em que conforto e saúde resultem em bem-estar como parâmetro para qualidade do ambiente tanto interno como externo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAE, C.; CHUN, C. Research on seasonal indoor thermal environment and residents' control behavior of cooling and heating systems in Korea. **Building and Environment**, v. 44, n. 11, p. 2300–2307, nov. 2009.

BURGE, P. S. Sick building syndrome. **Occupational and Environmental Medicine**, vol. 61, no. 2, p. 185–190, 2004.

CHAPPELLS, H.; SHOVE, E. Debating the future of comfort: Environmental sustainability, energy consumption and the indoor environment. **Building Research and Information**, v. 33, n. 1, p. 32–40, 2005.

DE DEAR, R.; KIM, J.; PARKINSON, T. Residential adaptive comfort in a humid subtropical climate—Sydney Australia. **Energy and Buildings**, v. 158, p. 1296–1305, 2018.

DELZENDEH, E. et al. The impact of occupants' behaviours on building energy analysis: A research review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 80, n. May, p. 1061–1071, 2017.

ELETROBRAS. **Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial - PPH BRASIL 2019**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://eletrobras.com/pt/AreasdeAtuacao/BRASIL.pdf>>. Acesso em: 28 maio. 2021.

HEYDARIAN, A. et al. What drives our behaviors in buildings? A review on occupant interactions with building systems from the lens of behavioral theories. **Building and Environment**, v. 179, n. April, p. 106928, 2020.

INMET. **Normais Climatológicas**. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/normais>>. Acesso em: 3 fev. 2023.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, I. **The Future of Cooling Opportunities for energy-efficient air conditioning**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <[www.iea.org/t&c/](http://www.iea.org/t&c/)>.

KRÜGER, E.; DRACH, P.; BRÖDE, P. Implications of air-conditioning use on thermal perception in open spaces: A field study in downtown Rio de Janeiro. **Building and Environment**, v. 94, p. 417–425, 2015.

MASTRUCCI, A.; BYERS, Edward; PACHAURI, S.; RAO, N.; VAN RUIJVEN, B. Cooling access and energy requirements for adaptation to heat stress in megacities. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, v. 27, p. 59, 2022.

NUTKIEWICZ, A.; MASTRUCCI, A.; RAO, N. D.; JAIN, R. K. Cool roofs can mitigate cooling energy demand for informal settlement dwellers. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 159, 1 Maio 2022.

ORANJE, R.; UENO, H. M. . Saúde e Conforto no Ambiente Climatizado: o Papel da Ventilação na Qualidade do ar Interno. In: Paulino, S.; Christopoulos, T.; Duleba, W.; Igari, A.; Almeida, A.. (Org.). **Agendas Locais e Globais da Sustentabilidade: Ciência, Tecnologia, Gestão e Sociedade**. 1 ed.Sao Paulo: Editora Edgard Blücher, 2022, v. , p. 25-44

PAVANELLO, F.; DE CIAN, E.; DAVIDE, M.; MISTRY, M.; CRUZ, T.; BEZERRA, P.; JAGU, D.; RENNER, S.; SCHAEFFER, R.; LUCENA, A. F. P. Air-conditioning and the adaptation cooling deficit in emerging economies. **Nature Communications**, v. 12, n. 1, 2021.

RAMOS, G. et al. Adaptive behaviour and air conditioning use in Brazilian residential buildings. **Building Research and Information**, v. 0, n. 0, p. 1–16, 2020. DOI: 10.1080/09613218.2020.1804314

SHOVE, E. et al. Comfort in a lower carbon society. **Building Research and Information**, v. 36, n. 4, p. 307–311, 2008.

SUSTAINABLE ENERGY FOR ALL. **CHILLING PROSPECTS: tracking sustainable cooling for all**. Disponível em: <<https://www.seforall.org/system/files/2019-11/CP-2019-SEforALL.pdf>>.

TRIANA, M. A.; LAMBERTS, R.; SASSI, P. Should we consider climate change for Brazilian social housing? Assessment of energy efficiency adaptation measures. **Energy and Buildings**, v. 158, p. 1379–1392, 2018.

WINTER, T. An uncomfortable truth: Air-conditioning and sustainability in Asia. **Environment and Planning A**, v. 45, n. 3, p. 517–531, 2013.

YU, J.; OUYANG, Q.; ZHU, Y.; SHEN, H.; CAO, G.; CUI, W. A comparison of the thermal adaptability of people accustomed to air-conditioned environments and naturally ventilated environments. **Indoor Air**, v. 22, n. 2, p. 110–118, 2012.