

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E CONFORTO TÉRMICO EM RESIDÊNCIAS COMO MEDIDAS DE SUSTENTABILIDADE E DE PROMOÇÃO DA SAÚDE**

**MARÍLIA DE FREITAS CAMPOS**

FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

**WANDA MARIA RISSO GÜNTHER**

# EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E CONFORTO TÉRMICO EM RESIDÊNCIAS COMO MEDIDAS DE SUSTENTABILIDADE E DE PROMOÇÃO DA SAÚDE

## Introdução

O desenvolvimento urbano influencia o microclima na medida em que altera a cobertura do solo a partir de intervenções para criar infraestrutura para suprir demandas urbanas, com supressão da vegetação, pavimentação do solo e construção de edifícios. Esses fatores contribuem para a formação das ilhas de calor urbanas, que alteram as características físicas do ar nas proximidades da superfície a partir da variação dos fluxos de massa, do calor sensível e calor latente, de modo a dificultar a dispersão de poluentes e intensificar tempestades (RIBEIRO et al., 2016).

Esse fenômeno, caracterizado pela maior temperatura do ar em determinada região urbana em relação à temperatura de seus arredores, é consequência da promoção de padrões de uso do solo inadequados para a sustentabilidade urbana. A ilha de calor pode também contribuir para alteração nas amplitudes térmicas (BARROS e LOMBARDO, 2016).

As ilhas de calor urbanas intensificam o impacto das ondas de calor podendo afetar a saúde e até mesmo causar a morte principalmente de grupos mais vulneráveis como idosos, crianças e doentes crônicos (RIBEIRO et al., 2016).

Com a intensificação do fenômeno da urbanização estudos que abordam a relação entre clima urbano e saúde têm sido acentuados, cuja relevância do tema encontrou apoio no cenário das mudanças climáticas globais e no fato de que altas temperaturas podem comprometer a saúde humana com a sobrecarga do organismo em relação à termorregulação e regulação circulatória (RIBEIRO et al., 2016).

O conforto térmico humano está associado à sensação de bem-estar, quando as sensações termo fisiológicas expressam um estado de satisfação, considerando as condições térmicas do ambiente (ARAÚJO, 2014). Por outro lado, o princípio adaptativo relaciona a temperatura de conforto ao contexto no qual os sujeitos se encontram e resulta da interação entre os sujeitos e o ambiente. Dependendo das opções, sujeitos com mais mecanismos para se adaptarem ao ambiente ou adequar o ambiente às suas necessidades estarão menos propensos a se sentirem desconfortáveis (ROAF et al., 2005).

Considerando-se os riscos proporcionados à saúde humana pelo desconforto térmico, em especial a grupos mais suscetíveis, assim como a implicação em maior consumo de energia para climatização artificial do interior das edificações, medidas alternativas para mitigar a temperatura nos ambientes construídos nas cidades devem ser perseguidas e implementadas.

## Problema de pesquisa e objetivo

O bem estar térmico está associado ao grau de energia despendida por ações fisiológicas para a manutenção do equilíbrio térmico, portanto, quanto maior esse grau, maior a sensação de desconforto. Fatores pessoais e ambientais interferem no trabalho do sistema termorregulador, tendo como variáveis: a taxa de metabolismo, tipo de vestimenta, temperatura ambiente e umidade relativa e velocidade do ar. A combinação desses fatores determina a sensação de conforto ou desconforto térmico, que é subjetiva e pessoal, porém as condições do ambiente interno devem propiciar conforto térmico para a maioria dos usuários (ITIMURA, 2010).

O comportamento dos ocupantes de dada edificação responderá ao ambiente térmico de três maneiras: i) com alterações fisiológicas inconscientes, como sudorese,

tremores, tensão muscular e alterações no fluxo sanguíneo; ii) por mudanças comportamentais, com a adição ou remoção de roupas; e iii) com alteração de postura ou mudança para um local mais confortável. Além disso, o incômodo poderá fazer com que sejam acionados os mecanismos de climatização artificial ou natural, se disponíveis no edifício, como abertura ou fechamento de janelas, cortinas e persianas, acionamento ou desligamento de ventiladores, aquecedores ou aparelhos de ar condicionado (ROAF et al., 2005).

Conforme Trezza (2014) a sensibilidade térmica diminui com o avanço da idade e o organismo humano passa a conferir menor tolerância aos extremos ambientais. Parte dos mecanismos que atuam na termorregulação acabam sendo comprometidos por conta das fragilidades fisiológicas advindas da própria faixa etária, enquanto outros acabam sendo afetados pelo uso de medicamentos, por doenças ou pelo sedentarismo.

Assim, estudos que relacionam temperatura e saúde têm apontado os idosos, juntamente com as crianças, como o grupo mais vulnerável ao calor, pois a deficiência na capacidade termorregulatória do idoso tende a ser agravada com o aumento do calor e o estresse térmico pode submetê-lo ao risco de doenças cardiovasculares e respiratórias (RIBEIRO, 2005).

A temperatura é o elemento principal associado a conforto térmico, porém, a umidade relativa do ar, que é função da temperatura, também influencia o grau de conforto. Valores de umidade relativa do ar abaixo de 20% pode causar o ressecamento das mucosas e excesso de umidade torna os ambientes inóspitos, em especial se associada a altas temperaturas (ARAÚJO, 1996).

Roaf et al. (2005) destacaram eventos relacionados às ondas de calor e afirmam que são consideradas fenômenos graves, citando o impacto na Grécia, em 1987 com cerca de 2000 mortes, segundo estudo de Katsouyanni et al. (1988) e na França em 2003, quando os hospitais ficaram sobrecarregados devido ao impacto do calor na saúde da população.

Bell et al. (2008) verificaram a taxa de mortalidade relacionada ao calor em São Paulo, Santiago (Chile) e Cidade do México (México) e constataram maior risco à saúde para a faixa etária acima de 65 anos, principalmente por causas respiratórias, sendo São Paulo a cidade que apresentou maior aumento no risco de mortalidade a cada aumento de unidade de temperatura.

Considerando-se o processo de transição demográfica pelo qual o Brasil está passando com o progressivo envelhecimento da população brasileira, e a continuação do processo de urbanização e adensamento populacional nos centros urbanos, a saúde dos idosos devido ao impacto do clima é tema que merece cada vez mais atenção especial.

O mundo está envelhecendo rápido; somente no Brasil há cerca de 29 milhões e 500 mil idosos, sendo a previsão do número de idosos para 2030 de 18% da população brasileira, ou seja, mais de 40 milhões de pessoas. Atualmente, a cidade de São Paulo apresenta cerca de 1 milhão e setecentos mil idosos (SABE, 2018), contingente significativo.

Por outro lado, em 2010, Nobre et al. já ressaltavam o alerta para a tendência ao aumento do número de dias e noites quentes na cidade de São Paulo, em decorrência das alterações nos padrões climáticos ultimamente.

Como a edificação influencia o microclima e o conforto dos que a habitam, é importante o diagnóstico climático para adequação da proposta de projeto às especificidades climáticas locais, de modo a tentar viabilizar espaços termicamente confortáveis para os usuários. Sistemas e dispositivos para reduzir os efeitos da alta temperatura nos ambientes construídos irão ainda minimizar o consumo de energia elétrica para climatização artificial do ambiente construído, amenizando, portanto, o impacto da construção civil no ambiente (ALVES, 2014), considerando que nas edificações é

consumido, em média, 42% de toda a energia elétrica do país e as residências são responsáveis por cerca de 23% desse consumo (BRASIL, 2013).

Nesse contexto, o objetivo desse trabalho é investigar quais soluções de projeto construtivo poderiam contribuir para maior eficiência energética e melhoria das condições de conforto térmico em edificações, assim como verificar a relação entre conforto térmico e saúde.

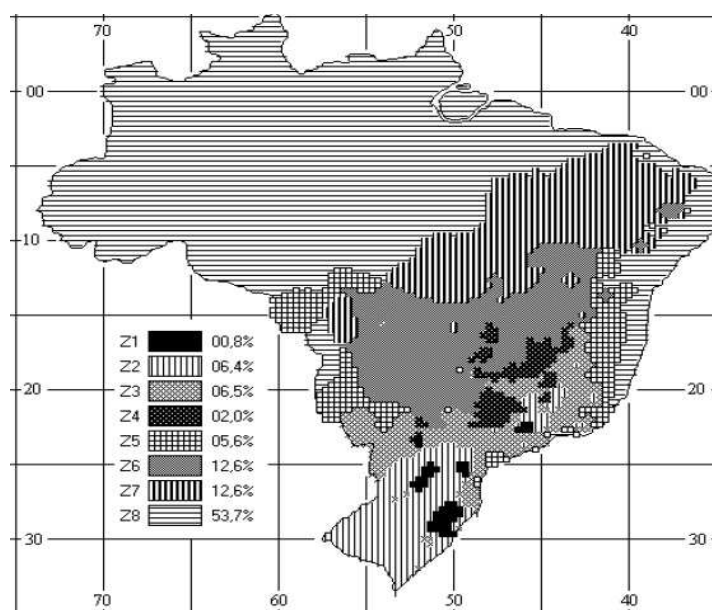
#### Fundamentação teórica

Conforme Bagnati (2013) o Brasil apresenta várias regiões climáticas, com o predomínio de climas quentes, com baixa amplitude térmica. Em torno de 6% da região sul apresenta temperaturas mais baixas e maiores amplitudes térmicas.

Cunha e Vecchia (2007) diferenciam clima e tempo; o clima relaciona-se a eventos meteorológicos registrados ao longo de muitos anos enquanto o tempo está associado a ocorrências atmosféricas pontuais.

A NBR 15220-3(2005c), que estabeleceu a divisão do território nacional em zonas bioclimáticas, classifica o clima de 330 cidades e oferece diretrizes técnico-construtivas específicas por zona para condicionamento térmico passivo das edificações. O zoneamento bioclimático surgiu a partir do cruzamento de dados climáticos, dados referentes às zonas de conforto térmico humano e aqueles referentes às estratégias de projeto e construção para se atingir conforto térmico (BAGNATI, 2013). Esta norma subdividiu o território brasileiro em oito regiões que apresentam relativa homogeneidade climática, conforme Figura 1, considerando-se a base de dados climáticos do Brasil, as médias mensais de temperaturas máximas, as temperaturas mínimas e as taxas de umidade relativa do ar. Para a classificação do clima de algumas das 330 cidades de diferentes regiões geográficas foram utilizados dados de normais climatológicas registrados ao longo de décadas.

Figura 1 – Mapa do Zoneamento Bioclimático Brasileiro.



Fonte: ABNT (2005c).

Quanto à associação entre clima e arquitetura, para Romero (2001) a arquitetura bioclimática tem na arquitetura vernácula os preceitos nos quais o homem pode se basear

para responder às exigências do meio ambiente. Para a autora, a arquitetura bioclimática “é culturalmente adequada ao lugar e aos materiais locais e utiliza a própria concepção arquitetônica como mediadora entre o homem e o meio”. Logo, o edifício projetado para determinado tipo de clima deverá ser diferente do projetado em outra localização com outras condições climáticas (FRANCISCO, 2009).

O conceito bioclimático foi introduzido nos projetos de arquitetura pelos irmãos Olgyay nos anos 1960 e se baseia no fato de que, para se obter conforto, há a necessidade do conhecimento de muitas áreas que se interligam, assim como da contemplação de requisitos de ordem socioeconômica, cultural e tecnológica (ITIMURA, 2010). Na Figura 2 caracteriza uma síntese da relação entre clima, edificações e a população.

Figura 2 – Relação: clima – edificações – população



Fonte: Roaf et al. (2005).

A dificuldade dessa abordagem é a grande variação de condições climáticas regionais, o que leva à necessidade de considerar fatores ambientais diferentes para viabilizar conforto térmico, daí a necessidade de mais pesquisas no Brasil para se definir um quadro de índices mais apropriados a cada região do país (ITIMURA, 2010).

A adaptação para o enfrentamento às mudanças climáticas requer conhecimento, tecnologia, gestão adequada, porém, devido à carência de recursos, os países periféricos encontram-se despreparados para os desafios relacionados às questões ambientais (MASCOLLI, 2016).

Soluções de planejamento urbano e de projeto das edificações que podem configurar medidas de adaptação devem considerar as condições ambientais locais como ventilação e insolação, visto que influenciam a área construída, dada sua relação com a transferência de calor (ROMERO, 2011).

Francisco (2009) complementa citando outras características importantes a serem consideradas em projetos: médias mensais de temperatura, amplitude térmica e umidade relativa do ar. O desempenho térmico de edificações está associado a diversos fatores, como partido arquitetônico, definição do sistema construtivo, considerando-se o desempenho térmico dos materiais.

A posição geográfica da edificação em relação à insolação é outro fator a ser considerado com o intuito de amenizar o calor no ambiente construído, assim como para aproveitamento de energia solar.

Da mesma forma, a vegetação a ser prevista no entorno da edificação pode contribuir para o sombreamento das fachadas com maior incidência de radiação (BRASIL, 2013). Além disso, a vegetação também pode contribuir para amenizar o calor no ambiente interno, quando inseridas no telhado. Lamberts et al. (2010) cita pesquisa

realizada por Onmura et al. (2001) no Japão, que mostrou que um telhado com grama ocasionou redução de 50% no fluxo de calor para o ambiente interno, devido ao efeito de resfriamento evaporativo e queda na temperatura superficial de 30°C durante o dia. Esses mesmos autores afirmam que a incorporação de vegetação em telhados e paredes pode contribuir para mitigar o fenômeno das ilhas de calor urbanas a partir da evapotranspiração.

Quanto à energia solar incidente no telhado da edificação, ao invés de minimizar seu efeito, também é possível aproveitá-la por meio de placas solares fotovoltaicas, que sob a incidência da radiação solar geram energia elétrica, armazenada em conjuntos de baterias para que possa ser utilizada à noite ou em outros períodos. O aquecimento da água também pode ser viabilizado a partir do aproveitamento da energia solar, sendo esse o principal exemplo de aplicação da energia solar em âmbito mundial (BRASIL, 2013).

A incidência de radiação e iluminação solar pode variar de acordo com a forma da edificação, que interfere também nos fluxos de ar (BAGNATI, 2013). O mesmo volume de determinada edificação pode ser obtido a partir de diversas formas, logo, volumes idênticos podem apresentar diferentes índices de conforto térmico, de acordo com cada formato definido (RIVERO, 1985).

Distintos materiais de construção civil apresentam comportamento diferente em relação à radiação solar. Parte da radiação incidida na face externa da edificação será refletida e parte absorvida, de acordo com os índices de absorvância e de refletância do material empregado. Se determinado material apresenta baixa absorvância, refletirá maior parte da radiação. Logo, o coeficiente de absorção é fator importante, em especial no verão e no caso de coberturas, que recebem alto índice de radiação solar (BAGNATI, 2013).

Conforme a temperatura da face externa aumenta, ocorre elevação no diferencial de temperatura em relação à superfície interna. Quanto maior for o índice de condutividade térmica do material, maior será a quantidade de calor transmitida entre as faces externa e interna (BAGNATI, 2013).

Aconselha-se aplicar cores escuras nas superfícies externas em climas frios para absorver a radiação, enquanto cores claras em regiões de climas quentes, para refleti-la. Aumentar a refletância de uma edificação pode proporcionar economia de 7 a 12% de energia para climatização, devido à redução na carga solar (BROWN e DEKAY, 2004).

Embora as superfícies que refletem mais radiação no verão continuem refletindo no inverno, em climas quentes os benefícios obtidos durante o verão supera a perda durante o período frio. Como no verão o sol está mais alto, o efeito das coberturas refletivas é potencializado nessa época, ao contrário do inverno, quando o sol brilha mais ao norte e as superfícies claras acabam tendo desempenho mínimo na redução dos ganhos térmicos (BROWN e DEKAY, 2004).

Rivero (1985) comenta sobre a possibilidade de retardar o ganho térmico no ambiente interno, afirmando que a vedação que apresenta maior massa pode ser caracterizada por retardo térmico mais elevado. A resistência térmica, associada ao processo de condução térmica está relacionada à espessura da vedação. Ao empregar-se um sistema de vedação que apresente ar entre as camadas, contribui-se para a baixa condutividade (BAGNATI, 2013).

Brown e Dekay (2004) afirmam que a dimensão, a quantidade e a orientação das aberturas influenciam o consumo energético. Assim, a ampliação do pé direito de ambientes e o emprego de janelas em paredes opostas para possibilitar ventilação cruzada podem minimizar o aquecimento de ambientes, como também favorecer o aproveitamento da luminosidade natural (BRASIL, 2013).

Os sistemas com segunda pele caracterizam estratégia para impedir o ganho de calor em climas quentes e devem ser aplicados em coberturas, assim como nas fachadas

leste e oeste, superfícies expostas à radiação solar intensa no verão. O ideal é que a pele externa apresente baixa absorvância e alto índice de reflexão e que haja possibilidade de ventilação entre a pele e a própria edificação (BROWN e DEKAY, 2004).

Quanto a mecanismos de proteção da incidência da luz solar na fachada, cita-se como exemplo o *brise-soleil*, elemento a ser instalado externamente, cuja função é sombrear. Há também outros dispositivos para proteção solar externa como varanda, marquise, sacada, cobogó e pérgula (BAGNATI, 2013).

Promover o uso racional de energia elétrica em edificações implica em valorizar o uso eficiente dos recursos naturais: luz e ventilação. Nesse sentido, pesquisas realizadas pela Eletrobrás apontaram que reformas que adaptem a edificação para a promoção de eficiência energética podem viabilizar redução de 30% no consumo de energia (BRASIL, 2013).

Com o intuito de incentivar o uso racional de energia elétrica em edificações, o PROCEL EDIFICA, Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações, foi instituído no Brasil em 2003 pela ELETROBRAS/PROCEL e vem atuando conjuntamente com universidades, entidades das áreas tecnológica, econômica e governamental, visando promover o uso eficiente dos recursos naturais, como água, luz e ventilação nas edificações. Algumas práticas podem contribuir para minimizar o consumo de energia elétrica: utilização de lâmpadas de baixo consumo, como as fluorescentes e de LED, instalação de sistemas de sensores para o acendimento automático das lâmpadas e implantação de sistemas de geração de energia solar (BRASIL, 2013).

Tratando-se ainda de instrumento de promoção de eficiência energética, cita-se o conceito *Passive House*, que se refere a edificações com baixo consumo de energia, desenvolvido por Bo Adamson e Wolfgang Feist na Alemanha, em 1988. Nesse caso, as condições de conforto térmico devem ser garantidas com o consumo mínimo de energia tanto no inverno como no verão, considerando-se a temperatura média de 25°C (DALBEM et al., 2017).

Cinco princípios de projeto caracterizam esse conceito: alto nível de isolamento térmico, minimização de pontes térmicas, esquadrias eficientes, estanqueidade e sistema de ventilação mecânica com recuperação de calor. Sistemas de ventilação com recuperação de calor sensível e latente são apropriados para climas quentes e úmidos, visto que reduzir a umidade do ar reduz o calor armazenado no vapor de água, resultando em minimização do consumo energético para climatização (DALBEM et al., 2017). Esses mesmos autores destacam estudo realizado por Figueiredo et al. (2016) que aplicou o conceito *Passive House* em Portugal, no qual se obteve redução de 72% no consumo de energia para refrigeração e de 4,4% na taxa de sobreaquecimento.

No caso do Brasil, o estudo realizado por Dalbem et al. (2017) buscou verificar o nível de eficiência energética do entorno de uma residência projetada na Zona Bioclimática 2, conforme diretrizes da norma *Passive House*, por meio do método de simulação do Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R). Foi estabelecida como referência de limites de aquecimento e refrigeração a faixa de conforto de 20°C a 26°C, conforme exigido na norma para climas quentes (DALBEM et al., 2017). Os autores concluíram que é possível aplicar o conceito no Brasil, porém é necessário encontrar soluções construtivas que atendam às exigências da certificação, analisar a integração do sistema de ventilação mecânica com ventilação natural ao longo do ano para diminuir o consumo de energia para resfriamento e verificar a aplicação do conceito em outras zonas bioclimáticas, com o intuito de analisar a viabilidade econômica, considerando-se o custo de construção e economia de energia (DALBEM et al., 2017).

## Discussão

Muitas pesquisas atestaram a relação entre conforto térmico e saúde, apontando resultados associados principalmente ao sistema respiratório.

Estudos sobre intervenções associadas ao calor e eficiência energética indicaram possibilidade de melhorias na saúde em geral, especificamente ao sistema respiratório e saúde mental. Estudos que consideraram pessoas vivendo em condições inapropriadas de conforto térmico ou com doença respiratória crônica puderam comprovar melhorias na saúde (THOMSON et al., 2013).

Esses estudos concluíram que adaptações na habitação que proporcionem conforto térmico podem contribuir para melhorias na saúde, especialmente dos que habitam locais em condições inadequadas de conforto térmico ou que apresentem doença respiratória crônica. O aumento do espaço utilizável na edificação foi associado às melhorias verificadas nas condições de conforto, que podem ter repercutido na redução do índice de ausência da escola ou trabalho devido a doenças e no incremento das relações sociais (THOMSON et al., 2013).

Nesse sentido, Shaughnessy et al. (2018) realizaram pesquisa relacionada ao aumento da eficiência energética dos edifícios residenciais finlandeses e lituanos e efeitos na satisfação dos ocupantes em relação à qualidade ambiental interna e à saúde dos moradores. A satisfação dos moradores foi avaliada em relação a parâmetros de qualidade ambiental, como temperatura e taxa de troca de ar, antes e após as adaptações (abertura de janelas) para melhorar o isolamento térmico e o sistema de ventilação. Associações positivas quanto à saúde, como ausência de doenças respiratórias, foram verificadas após a execução da reforma. Apesar de ser necessário mais pesquisas para se confirmar a associação entre adaptação energética e reflexos positivos na saúde, o estudo concluiu que há forte relação entre as alterações executadas nos edifícios e a satisfação dos usuários com a qualidade ambiental e saúde (SHAUGHNESSY et al., 2018).

Os autores citam a diretiva da União Europeia *Energy Performance of buildings directive (EPBD)*, de 2010, que visa melhorar a eficiência energética por meio de melhor desempenho das edificações e enfatizam que se outros estudos apontarem relação direta entre eficiência energética e melhorias da qualidade ambiental interna, essa medida poderá contribuir para melhorar as condições de saúde pública dos países europeus (SHAUGHNESSY et al., 2018).

Estudos citados por Ige et al. (2018) investigaram os efeitos do conforto térmico, representado por condições de ventilação e insolação adequadas, sobre a saúde e bem estar de adultos. Foram identificados efeitos positivos na respiração, assim como na saúde física e mental do grupo de estudo. Bagnati (2013) complementa afirmando que o bem estar higrotérmico proporcionado a partir do condicionamento térmico natural, confere conforto de modo a evitar cansaço nas pessoas.

Pesquisas que investigaram efeitos positivos do conforto térmico na respiração e bem estar de crianças e adultos obtiveram resultados consistentes e significantes. Intervenções de melhorias na habitação a partir da eficiência energética, eliminação de obstáculos internos e adaptações para acessibilidade foram associadas com resultados positivos na saúde, considerando-se qualidade de vida, saúde física e mental (IGE et al., 2018).

Tratando-se também das consequências das condições de conforto térmico no aparelho respiratório, pesquisa realizada por Itimura (2010) buscou analisar relações existentes entre conforto térmico, padrões construtivos em favelas e prevalência de doenças respiratórias, a partir de estudo de caso na favela do “Assentamento Futuro Melhor” no município de São Paulo. Como resultado, foi observado predomínio de



desconforto térmico, na maior parte do tempo de observação, em todas as habitações estudadas. Foram verificadas oscilações extremas de temperatura apesar de as unidades de moradia situarem-se nas proximidades da Serra da Cantareira e de um rio, o que prova que esses elementos externos não garantem conforto dentro das habitações, sendo necessária a adequação dos materiais construtivos das edificações. Os resultados da pesquisa apontaram relação entre doenças respiratórias, padrão das construções e condições socioeconômicas. Foi verificada maior incidência de sintomas respiratórios nas habitações mais precárias, com piores condições de desconforto térmico (ITIMURA, 2010).

Em situações extremas de ondas de calor, sistemas de comunicação e alerta para a população são importantes. Diversos governos europeus implementaram programas educacionais informativos com o intuito de evitar doenças relacionadas ao calor, considerando que o indivíduo pode não perceber que precisa mudar seu comportamento em tais condições. Na divulgação de informações eficazes relacionadas ao conforto térmico à população torna-se importante ressaltar determinados componentes como alertas referentes às previsões de ondas de calor que sejam suficientemente confiáveis, principalmente para seguimentos mais vulneráveis da população. Os sistemas de alerta, que pressupõe o aviso prévio do aumento da temperatura, quando acompanhados por intervenções específicas de saúde são geralmente considerados eficazes na redução de mortes durante o fenômeno de onda de calor (ROAF et al., 2005).

Esses mesmos autores afirmam ainda que a falta de definição do padrão das ondas de calor é fator dificultante para lidar com o fenômeno. Muitos países não têm definições locais, assim é difícil identificar parâmetro para comparações internacionais. As mesmas temperaturas podem acarretar diferentes impactos, dependendo da duração do evento ou do período da estação. Além disso, é importante a compreensão bem estabelecida nas relações de causa e efeito entre o ambiente térmico e a saúde.

Logo, a compreensão do comportamento humano durante eventos de calor é fator essencial para que mensagens apropriadas possam ser desenvolvidas e direcionadas. Porém, nota-se carência de pesquisas qualitativas sobre respostas comportamentais para ondas de calor e alertas em relação à este fenômeno (ROAF et al., 2005).

Neste contexto, mecanismos apropriados para conforto térmico devem ser considerados em futuras residências para idosos, dada a vulnerabilidade dessa faixa etária às variações ambientais, principalmente ao calor. A aplicação de elementos construtivos para proporcionar conforto na residência direcionada a idosos pode ser considerada prática de promoção da saúde e medida adaptativa em relação às mudanças climáticas.

O Brasil foi classificado em 58º lugar no ranking dos melhores países para envelhecer, porém as políticas públicas ainda estão voltadas para um país de população jovem, embora não seja mais um país jovem há muito tempo (SABE, 2018). Portanto, é urgente que se coloque na agenda nacional das políticas públicas a questão do envelhecimento com foco em habitação e eficiência energética.

## Conclusão

Há estreita relação entre arquitetura e clima, o qual pode influenciar padrões de ocupação territorial. O planejamento urbano deve considerar características do clima local, de modo a acatar soluções construtivas que viabilizem conforto térmico e economia de energia elétrica.

Para melhorar a qualidade ambiental em toda a área urbana e mitigar o fenômeno de ilhas de calor urbanas é fundamental considerar elementos que proporcionem conforto térmico no espaço público como a arborização, preservação de cursos d'água, diminuição de áreas pavimentadas e aumento de áreas permeáveis.

A aplicação de instrumentos de eficiência energética em edificações pode exigir maior investimento, no entanto, proporciona benefícios na qualidade ambiental e na saúde dos expostos e economia de energia elétrica, o que foi confirmada por estudos identificados e citados.

Considerando que essa prática se caracteriza como ação sustentável e de promoção de saúde, é de fundamental importância que seja incorporada na cultura local, passando a ser amplamente implementada a partir de consciência ambiental dos tomadores de decisão.

Logo, seria recomendável, por parte do poder público, o desenvolvimento de programas de incentivo à aplicação de mecanismos relacionados à eficiência energética em novos projetos ou reformas a partir do oferecimento de benefícios. Desse modo, se configuraria como um processo de conscientização ambiental e com claros reflexos na melhoria da saúde pública.

Considerando-se as projeções de intensificação do aquecimento global, do aumento da população idosa devido ao aumento da expectativa de vida e a necessidade de diminuição do consumo de energia elétrica, incentivar a aplicação de práticas de eficiência energética em edificações configura medida adaptativa às mudanças climáticas e de prática de saúde, principalmente no caso de populações mais vulneráveis.

É necessário se atentar às condições de moradia da população idosa, grupo mais vulnerável ao calor e mais sensível ao estresse térmico. O processo de envelhecimento da população brasileira e o aquecimento global requerem planejamento para a garantia de qualidade de vida principalmente aos grupos economicamente menos favorecidos. Portanto, são fatores que devem ser considerados na agenda de maneira convergente, ou seja, devem ser aplicados em projetos de habitação para idosos instrumentos da arquitetura bioclimática, de modo a viabilizar conforto térmico e poupar energia para climatização artificial.

Destacou-se nesse artigo a necessidade de provisão de habitação para a população idosa, dadas as projeções do aumento considerável dessa população no Brasil e sua fragilidade em relação ao calor. No entanto, os benefícios da viabilização do conforto térmico em edificações como também nos espaços públicos seriam percebidos por toda a população, caracterizando medida de promoção de saúde pública.

## Referências

ALVES, C. A. **Resiliência das edificações às mudanças climáticas na Região Metropolitana de São Paulo**. Estudo de caso: Desempenho térmico de edifícios residenciais para idosos. 2014. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

ARAÚJO, R. R. **Clima e vulnerabilidade socioespacial: uma avaliação dos fatores de risco na saúde da população urbana do município de São Luís (MA)**. 2014. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2014.

ARAÚJO, V. M. D. Parâmetros de conforto térmico para usuários de edificações escolares no litoral nordestino. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220: Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**. Rio de Janeiro, 2005.

BAGNATI, M. M. **Zoneamento Bioclimático e Arquitetura Brasileira: Qualidade do ambiente construído**. 2013. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

BARROS, H. R.; LOMBARDO, M. A. A ilha de calor urbana e o uso e cobertura do solo em São Paulo-SP. **Geosp – Espaço e Tempo** (Online), v. 20, n. 1, p. 160-177, 2016. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/97783>>. Acesso em 11 maio 2018.

BELL, M.L. et al. Vulnerability to heat-related mortality in Latin America: a case crossover study in São Paulo, Brazil, Santiago, Chile and Mexico City, Mexico. *International Journal of Epidemiology*, v. 37, n. 4, p. 796-804, 2008.

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Curso de capacitação. Sustentabilidade na Administração Pública. A3P Agenda Ambiental na Administração Pública. Brasília, 2013.

BROWN, G.; DEKAY, M. **Sol, vento e luz: estratégias para o projeto de arquitetura**. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2004.

CUNHA, D. G. F.; VECCHIA, F. As abordagens clássica e dinâmica de clima: uma revisão bibliográfica aplicada ao tema da compreensão da realidade climática. **Ciência e Natura**, São Carlos, v. 29, n. 1, p. 137-149, 2007. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/9767/5855>> Acesso em 16 maio 2018.

DALBEM, R.; CUNHA, E. G. da; VICENTE, R.; FIGUEIREDO, A. J.; SILVA, A. C. S. B. da. Discussão do desempenho da envoltória de uma passive house adaptada à zona bioclimática 2 em acordo com o RTQ-R. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 201-222, jan./mar. 2017. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-86212017000100201&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-86212017000100201&script=sci_abstract&tlng=pt)> Acesso em 20 jul. 2019.

FRANCISCO, M. L. **Recomendações de conforto térmico para projeto arquitetônico e implantação de unidades habitacionais em assentamentos rurais**. Caso: Assentamento Rural Sepé Tiaraju, Serra Azul- SP. 2009. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

IGE, J.; PILKINGTON, P.; ORME J.; WILLIAMS, B.; PRESTWOOD, E.; BLACK, D.; CARMICHAEL, L.; SCALLY, G. The relationship between buildings and health: a systematic review. **Journal of Public Health**, Oxford, 2018. Disponível em: <<https://academic.oup.com/jpubhealth/advance-article/doi/10.1093/pubmed/fdy138/5076115>> Acesso em 01 set. 2018.

ITIMURA, I. **Conforto térmico em habitações de favelas e possíveis correlações com sintomas respiratórios: o caso do “Assentamento Futuro Melhor”- SP**. Tese (Doutorado em Geografia Física) Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

LAMBERTS, R.; GHISI, E.; PEREIRA, C. D.; BATISTA, J. O. **Casa Eficiente. Bioclimatologia e Desempenho Térmico**. LABEEE – Universidade Federal de Santa Catarina, v.1, Florianópolis, 2010.

MASCOLLI, M. A. “**Combinamos entre nós ou com o tempo?**”: temporalidades climáticas no cotidiano de idosos moradores do centro de São Paulo. 2016. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

NOBRE, C. A. et al. **Vulnerabilidade das Megacidades Brasileiras às Mudanças climáticas: Região metropolitana de São Paulo**. Sumário executivo. 2010.

RIBEIRO, H. Heat island in São Paulo, Brazil.: Effects on health. **Critical Public Health**, v. 15, n. 2, p. 147-156, 2005.

RIBEIRO, H.; PESQUERO, C. R.; COELHO, M. S. Z. S. Clima urbano e Saúde: uma revisão sistematizada da literatura recente. **SciELO**, São Paulo, v.30, n. 86, p. 67 - 82, 2016. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/ea/v30n86/0103-4014-ea-30-86-00067.pdf>> Acesso em 20 abril 2018.

RIVERO, R. **Arquitetura e clima: condicionamento térmico natural**. Porto Alegre: Ed. UFRS, 1985.

ROAF, S.; CRICHTON, D.; NICOL F. **Adapting Buildings and Cities for Climate Change. A 21<sup>st</sup> century survival guide**. Oxford, U.K., 2005.

ROMERO, M. A. B. **Arquitetura do lugar. Uma visão bioclimática da sustentabilidade em Brasília**. Brasília: Ed. Nova técnica, 2011.

SABE. Saúde, Bem-estar e Envelhecimento. **Envelhecer em São Paulo**: discutindo as condições de vida dos idosos na cidade. 2018. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=5IhgLNWBIZA>> Acesso em 20 jun 2019.

SHAUGHNESSY, U. H.; PEKKONEN, M.; LEIVO, V.; PRASAUSKAS, T.; TURUNEN, M.; KIVISTE, M.; AALTONEN, A.; MARTUZEVICIUS, D. Occupant satisfaction with indoor environmental quality and health after energy retrofits of multi-family buildings: Results from INSULAtE-project. **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1438463918302542?via%3Dihub>> Acesso em 15 jul. 2019.

THOMSON, H.; THOMAS, S.; SELLSTROM, E.; PETTICREW, M. Housing improvements for health and associated socio-economic outcomes. **Cochrane Library**. 2013. Disponível em: <<https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD008657.pub2/epdf/standard>> Acesso em 10 jul. 2019.

TREZZA, B. M. **O efeito da exposição ao calor sobre o desempenho cognitivo de idosos**: um estudo controlado. 2014. Tese (Doutorado em Medicina) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, 2014.