SUSTENTABILIDADE URBANA POR MEIO DA LEGISLAÇÃO: REGULAMENTAÇÃO PARA O CONFORTO AMBIENTAL NA CIDADE DE CLÁUDIO - MG

Bárbara Gonçalves de Sousa (1); Eleonora Sad de Assis (2)
(1) Especialista em Sustentabilidade do Ambiente Construído, Arquiteta, barbaragsous@gmail.com
(2) Professora do Laboratório de Conforto Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, eleonorasad@yahoo.com.br

RESUMO
A ocupação de uma cidade é determinada por vários fatores, incluindo a ação antrópica e o clima onde está inserida, sendo que a forma como se usa o solo do espaço urbano é direcionada pelas leis de planejamento e construção do município. Porém, muitas vezes a legislação é genérica e não considera as condicionantes climáticas para orientar a atividade edílica de forma mais condizente com as características locais. O objetivo deste trabalho é utilizar as ferramentas Diagrama Bioclimático de Givoni, Tabelas de Mahoney e o *software* WRPlot para analisar o clima da cidade de Cláudio e verificar a concordância das estratégias com as recomendações das normas de desempenho NBR 15220 e NBR15575. O resultado foi a proposição de adequações ao Código de Obras e Edificações da cidade de Cláudio, concluindo que a utilização das ferramentas em conjunto contribuem para promover o conforto térmico das edificações com maior consciência sobre as estratégias de projeto arquitetônico.

Palavras-chave: conforto térmico, legislação edílica, clima urbano, normas de desempenho.

ABSTRACT
The city occupation is determined by several factors, including the anthropic action and the climate where it is inserted, and the way in which it use the solo of the urban space is guided by the planning and construction laws of the municipality. However, the legislation is often generic and does not consider climatic conditions to guide the building activity in a way more consistent with local characteristics. The objective of this work is to use Givoni Bioclimatic Diagram, Mahoney Tables and the software WRPlot to analyze the climate of the Cláudio city and verify the agreement of the strategies with the recommendations of the performance standards NBR 15220 and NBR15575. The result was the proposition of adjustments to the Buildings Code of the Cláudio city, concluding that the use of the tools together contribute to promote the thermal comfort of the buildings with greater awareness of the architectural design strategies.

Keywords: thermal comfort, building legislation, urban climate, performance standards

1. INTRODUÇÃO

O modo como se ocupa a cidade impacta de várias maneiras a dinâmica urbana, inclusive o clima local, suas variáveis climáticas e a qualidade do ar, e as atividades do ser humano, como agente de produção e ocupação da cidade, geram transformações no ambiente urbano, o que também pode alterar as condições climáticas (MENDONÇA e ASSIS, 2003). A forma de se usar e ocupar o solo no espaço urbano é direcionada pelas leis de planejamento e construção do município. No entanto, tais leis são escritas, na maioria das vezes, com normativas genéricas sem considerar condicionantes reais e importantes do local (GOMES e LAMBERTS, 2009). Como parte da média brasileira, a cidade de Cláudio, município de pequeno porte, até então, sofre com a falta de diretrizes particulares às condições locais, agravada pela especulação imobiliária irresponsável, por vezes inconsciente da importância de se planejar o ambiente urbano sustentável.

O ato de viver bem na cidade está relacionado ao conforto ambiental urbano, já que a qualidade da vida humana é condicionada por fatores externos que beneficiam o funcionamento natural do corpo. Este aspecto é citado por Ribas, Schmid e Ronconi (2010) em seu estudo: "[...] qualidade de vida contempla saúde e meio ambiente, na medida em que estes dois pontos são reflexos do modo de vida de uma determinada comunidade". Dentre tais fatores, as condições de temperatura, umidade, iluminação e sons são os que mais interferem na qualidade de vida do ser humano e estão intrínsecos na dinâmica de uma cidade.

As definições de conforto térmico estão diretamente conectadas ao clima local, já que as proposições arquitetônicas devem ser pensadas para mitigar o incômodo que pode ser causado pelos fatores climáticos de temperatura, umidade e velocidade do ar e radiação solar incidente (FROTA e SCHIFFER, 2003). Sendo assim, o espaço construído projetado para o conforto térmico se correlaciona com o meio ambiente com o intuito de ser um ambiente agradável para o usuário. Apesar de muitas vezes serem negligenciadas, as proposições de conforto ainda em projeto podem proporcionar um ambiente mais eficiente e menos oneroso, sem necessitar de adequações futuras.

A legislação urbanística pode determinar a qualidade do espaço urbano, já que norteiam a forma como as construções são planejadas. Uma destas, o Estatuto da Cidade (Lei federal nº 10.257/2001), estipula normativas para a política urbana que devem atender questões de cunho ambiental, econômico e social e onde se encontram as instruções para a elaboração do Plano Diretor Municipal. No entanto, as leis municipais, muitas vezes, têm sua elaboração com amplitude desnecessária, sendo que o ideal seria tratar a especificidade de cada cidade em seu próprio instrumento legal. Assim, é ideal que as orientações do Estatuto da Cidade sejam inseridas em dispositivos mais específicos a fim de regulamentar adequadamente situações pertinentes a cada lugar.

O Código de Obras, amparado pelo Estatuto da Cidade, é um instrumento mais específico que rege o crescimento sustentável da cidade, já que nele estão contidas as diretrizes para a construção das edificações dentro dos limites do município, salvaguardando a consciência dos impactos que estas podem causar ao seu entorno próximo e ao meio ambiente. Nesta lei estão presentes as instruções construtivas para promover "a salubridade, a habitabilidade, a acessibilidade, a eficiência energética e a sustentabilidade das edificações e obras" (BAHIA, 2012).

Há uma tendência mundial que sugere a criação de códigos que prezem pela sustentabilidade, embora o foco principal seja voltado para a eficiência energética, mas é interessante analisar as etapas de elaboração do código e poder aplicar no processo de criação ou atualização de uma legislação que tem como objetivo o conforto ambiental e a sustentabilidade. Já no Brasil, o IBAM, Instituto Brasileiro de Administração Municipal, também tem tratado o assunto em alguns guias que expressam a importância do planejamento urbano sustentável. O *Guia técnico PROCEL Edifica: Elaboração e atualização do código de obras e edificações* detalha como o processo de criação e revisão da legislação deve ser feito e especifica uma estrutura a ser seguida e também descreve a importância da lei para o conforto ambiental.

Segundo Gomes (2015), o mundo voltou sua atenção para o desempenho das edificações após o fim da II Guerra Mundial. Com um grande atraso, o Brasil, por meio da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) abordou o desempenho térmico nas edificações, de forma orientativa, na publicação da NBR 15220, somente no início dos anos 2000. Dez anos depois, após algumas revisões, a NBR 15575 foi lançada, com abrangência também para questões luminosas, acústicas, segurança e sustentabilidade, já com aplicação compulsória. É importante ressaltar a parte 3 da NBR 15220 (Zoneamento Bioclimático Brasileiro) que apresenta o mapa de Zoneamento Bioclimático Brasileiro, com oito zonas diferentes, as quais recebem orientações projetuais em relação a tamanho das aberturas para ventilação; proteção das aberturas; vedações externas; estratégias de condicionamento térmico passivo. Na quarta parte da NBR 15575 (Sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE) são mencionadas recomendações projetivas e construtivas para paredes a fim de proporcionar os níveis mínimos das condições térmicas confortáveis no edifício. E na parte 5, NBR 15575 (Requisitos para sistemas de coberturas), as proteções horizontais da edificação também

recebem atenção condicionando o desempenho térmico a isolação térmica da cobertura.

Apesar das normas acima citadas terem embasamento em normalizações internacionais, há estudos que apontam algumas deficiências. Porém, mesmo que tenham falhas e estejam aquém dos avanços internacionais, as normas de desempenho brasileiras representam um papel importante na busca da qualidade construtiva e do bem-estar dos ocupantes.

Além das normas de desempenho, algumas ferramentas foram elaboradas para que fosse possível analisar os dados do clima e sugerir princípios de projeto mais adequados. Em 1992, Givoni, depois de outros estudos, criou o Diagrama Bioclimático de Givoni, um diagrama onde são apresentadas estratégias de projeto para aumentar a zona de conforto em relação ao clima em questão. Bogo *et al.* (1994), classifica o Diagrama Bioclimático de Givoni como o que mais se aplica as condições de clima no Brasil e a NBR 15220-3 (2005) utiliza este diagrama bioclimático, ajustado para as condições climáticas do Brasil, para a classificação das oito Zonas Bioclimáticas Brasileiras, ainda que haja ressalvas quanto às adequações para cada contexto climático.

Outra ferramenta que é utilizada para avaliar as condicionantes climáticas locais para aplicação projetiva são as Tabelas de Mahoney (1969). "O objetivo de Mahoney com as tabelas era saber como a arquitetura deveria mudar em resposta às variações climáticas (...)" e "propunha saber em qual região geográfica se aplicam as recomendações desenvolvidas através da análise do clima" (BARBIRATO, 2011). Desde então, o método estabelecido por Mahoney tem sido utilizado, com o intuito de entender as condicionantes climáticas do local em estudo e, a partir disso, usar as recomendações de projeto, sugeridas pela própria metodologia, para edifícios com bom desempenho térmico, com soluções adequadas ao clima. As recomendações sugerem partido do projeto, considerando a implantação, a orientação e os afastamentos; escolha dos tipos de parede e cobertura a serem adotados; e o dimensionamento e proteção das aberturas.

Combinar diferentes metodologias para comparar os resultados e avaliar com mais apreço as orientações indicadas faz com que as deficiências de cada método possam ser supridas e complementadas quando analisadas e comparadas. Portanto, este trabalho utiliza estes recursos para tornar a interpretação das condições climáticas mais clara e eficaz na busca pela qualidade e pelo conforto do ambiente construído, aplicando as orientações apuradas na redação do texto adequado do Código de Obras de Cláudio.

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é apresentar um estudo das condições climáticas claudienses e verificar a sua aplicabilidade na elaboração de leis, por meio das ferramentas de projeto para fazer a correta análise do clima local e verificar a concordância das estratégias com as recomendações das normas técnicas, instrumentos que tratam sobre o bom desempenho das edificações em vigência no Brasil.

3. MÉTODO

O método para cumprir os objetivos deste trabalho foi dividido em três partes:

1. Análise das condicionantes climáticas de temperatura, umidade, pressão atmosférica, radiação solar e precipitação usando uma base de dados captados por uma estação meteorológica do INMET, referente a cidade em questão;
2. Estudo de estratégias projetivas foi elaborado por meio das ferramentas de projeto: Diagrama Bioclimático de Givoni e Tabelas de Mahoney, com dados climáticos processados em planilha automatizada desenvolvida pela profª. Eleonora Sad de Assis;
3. Avaliação da incidência de ventos, utilizando o *software* WRPLOT.

3.1. Diagrama Bioclimático de Givoni

O Diagrama Bioclimático de Givoni é dividido em polígonos desenhados que são resultado da combinação de valores de temperatura e umidade relativa do ar exterior (Figura 1) e para usá-lo, é necessário plotar a média de temperatura e umidade relativa de cada mês para o local em estudo, representando, então, o dia médio mensal. Uma variação de 24 horas desse ponto médio mensal pode ser obtida usando os valores de temperatura média máxima e média mínima, mantendo a umidade absoluta do ar constante (ASSIS, 2001). A partir disso, é possível analisar em qual áreas há



Figura 1 - Carta Bioclimática adotada para o Brasil (LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA, 2014).

maior ocorrência de pontos. Para cada zona existem recomendações relativas a "ventilação durante o dia, inércia térmica com ou sem ventilação, resfriamento evaporativo direto, resfriamento evaporativo indireto" (BOGO *et al*., 1994) e, assim é possível estabelecer as estratégias de projeto para corrigir a sensação de desconforto.

3.2. Tabelas de Manhoney

Para usar as Tabelas de Mahoney é necessário ter acesso a alguns dados climáticos, que são as variáveis de temperaturas máxima e mínima, a precipitação e a velocidade e direção dos ventos. As médias destas variáveis, obtidas hora a hora, para cada dia de cada mês do ano, são inseridas numa tabela que é a base para os cálculos seguintes. Depois da entrada dos dados climáticos, a tabela seguinte faz uma relação dos limites de conforto térmico diurno - considerando a temperatura máxima média mensal como referência - e noturno - considerando a temperatura mínima média mensal como referência. Também é necessário definir o grupo higrométrico em que cada mês se enquadra, de acordo com a umidade relativa média mensal, comparando esta média com as classes de grupo higrométrico presentes no quadro GH, na tabela das variáveis.

A partir do cálculo da temperatura média anual, os limites de conforto diurno e noturno para cada mês são identificados e ficam definidas três condições possíveis de sensação térmica no local em estudo: conforto (C), se a temperatura média máxima ou mínima do mês estiver dentro dos limites de conforto; estresse térmico de frio (F), caso esses dados estiverem abaixo do limite inferior de conforto e estresse térmico de calor (Q), caso os dados estejam acima do limite superior de conforto.

O quadro de indicadores de umidade ou aridez, baseado nos dados mensais de *stress* térmico, grupo higrométrico, chuvas e amplitude média mensal, determina quais meses têm recomendações referentes à ventilação, à chuva e ao tratamento das vedações. Já na tabela de indicadores (H1, H2, H3, A1, A2, A3), cada mês recebe uma única classificação com base nos critérios do quadro de indicadores, sendo o indicador H3 a única exceção. Os indicadores introduzem algumas proposições que devem ser consideradas para desenvolver o projeto arquitetônico.

A soma da quantidade de cada indicador é a base para preencher a última tabela do método, onde estão as recomendações que proporcionam o conforto da edificação, a partir de nove grupos de estratégias. As sugestões se referem à orientação do edifício, à posição e dimensão das aberturas, à circulação do ar, ao espaçamento entre as construções, ao tratamento de piso, paredes e cobertura, à proteção das aberturas e ao cuidado com as consequências das chuvas nos espaços externos.

Em resumo, a metodologia é dividida em três etapas, como mostra a Figura 2:



Figura 2 - Estrutura geral da metodologia de Mahoney, segundo KOENIGSBERGER *et al*.,1977 (adaptado de HARRIS, CHENG e LABAKI, 2000).

3.3. WRPLOT

Este *software* gratuito viabiliza a elaboração da rosa de ventos, a partir de dados de ventos coletados em estação meteorológica que capte as informações do local de estudo, para possibilitar a análise da incidência predominante e velocidade dos ventos. Para utilizar o programa, primeiramente é necessário que se tenha os dados de velocidade e direção dos ventos, hora a hora, organizados em planilha do Excel. Esta planilha deve ser importada no programa, com as configurações corretas de mês, dia e hora, assim como a longitude e latitude da estação meteorológica. Com as informações devidamente preenchidas e a planilha importada, o *software* cria um arquivo **.sam** que deve ser inserido ao programa. Ao final é gerada uma rosa dos ventos que pode ser utilizada para fazer análises projetivas considerando a velocidade e direção predominante dos ventos que incidem no edifício.

4. RESULTADOS: FERRAMENTAS DE PROJETO APLICADAS ÀS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DE CLÁUDIO

Para aplicar as recomendações das normas de desempenho, foi feito um estudo com levantamento dos dados climáticos de Cláudio, relativos ao conforto térmico, para adequar a legislação vigente às questões inerentes à arquitetura bioclimática. Foram utilizados os dados registrados hora a hora do ano de 2018 na Estação Automática A570 do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), situada no município de Oliveira, cidade próxima (Figura 3), com classificação da zona bioclimática 4 (ABNT NBR15220-3, 2005) e características climáticas semelhantes a Cláudio.



Figura 3 – Localização de Cláudio e Oliveira - MG,(adaptado de IBGE, 2021)

Os dados climáticos usados foram temperatura instantânea, máxima e mínima do ar, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, velocidade média do vento, direção dominante do vento, radiação solar e precipitação. Estas variáveis são a base para a criação do Diagrama Bioclimático de Givoni (DBG) e das Tabelas de Mahoney específicos para a cidade em questão.

Com a combinação do par psicrométrico T(ºC) e UR (%), foi gerado o DBG da Figura 4:

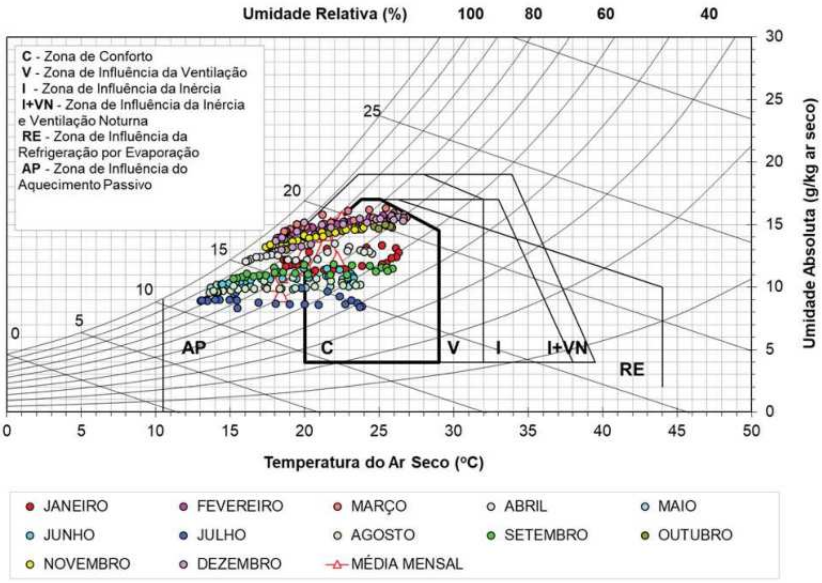


Figura 4 - Diagrama Bioclimático de Givoni, dados para a cidade de Oliveira, próximo a Cláudio

A variação mensal ocorre principalmente na Zona de Conforto (C) e na Zona de Influência do Aquecimento Passivo (AP). Ou seja, em boa parte do ano as condições climáticas locais proporcionam a sensação de conforto para os habitantes e que em períodos mais frios é necessário o aquecimento do ambiente através de estratégias passivas para resgatar o conforto térmico nas edificações. Acima de 20ºC, na delimitação do conforto, o bem-estar só é garantido durante o dia se houver sombreamento da edificação, o que pode ser adquirido por meio de protetores como brises, beirais avantajados, sacadas, marquises, acessórios internos de proteção, aliados a uma boa orientação solar e à vegetação. Nos meses de verão, nota-se que a umidade é mais elevada, sendo também recomendável boas condições de ventilação nas edificações.

Para a Zona de Influência do Aquecimento Passivo, como a temperatura, em sua maior parte, está entre 14º e 20ºC, o ideal é utilizar materiais com capacidade de inércia térmica pelo ganho solar para aquecer as paredes externas, através da irradiação do sol, e permitir que, nos períodos mais frios como a noite, o calor armazenado seja transferido para o interior da edificação. Esta estratégia pode ter melhor desempenho quando se tem a orientação adequada do edifício e as cores corretas das vedações externas, que podem absorver calor na fachada ideal. A ventilação deve ser controlável para permitir a conservação do calor no interior da edificação mantendo a mínima higiênica, pois a umidade nesse período chega a ser muito alta.

De acordo com o DBG, as principais estratégias para possibilitar o conforto térmico nas construções são relativas ao sombreamento, ventilação e a inércia térmica. As recomendações de sombreamento e inércia

térmica podem ser consideradas controversas, já que uma pede que se evite a insolação e a outra necessita da exposição ao sol para o aquecimento. Contudo, se houver um estudo qualificado da orientação solar e do programa de atividades do edifício, bem como especificação de componentes passíveis de controle, é possível combinar as recomendações para evitar o excesso de ganho solar em períodos quentes e falta de irradiação em épocas mais frias.

As Tabelas de Mahoney analisam as médias das variáveis de temperaturas máxima e mínima e a precipitação. Ao final do processo, foi gerada a Tabela de Recomendações Arquitetônicas (Tabela 1):

Tabela 1 - Recomendações arquitetônicas, no método de Mahoney.

1. PLANTA DE SITUAÇÃO							
			0 -10			X	Construções orientadas segundo eixo longitudinal leste-oeste
			11 ou 12		5 -12		a fim de diminuir a exposição ao sol.
					0 - 4		Plantas compactas com pátios internos.
2. ESPAÇAMENTO ENTRE CONSTRUÇÕES							
11 ou 12							Grandes espaçamentos para favorecer a penetração do vento.
2 -10							Como acima, mas com proteção contra vento quente ou frio.
0 ou 1						X	Distribuição compacta.
3. CIRCULAÇÃO DE AR							
3 - 12							Construções com orientação simples, aberturas que permitam
1 ou 2			0 - 5				circulação de ar permanente.
			6 - 12			X	Construções com orientação dupla, circulação de ar cruzada
0	2 -12						aberturas de ar controláveis.
	0 ou 1						Basta renovação higiênica do ar.
4. DIMENSÕES DAS ABERTURAS							
			0 ou 1		0		Grandes: 40% a 80% das fachadas norte e sul.
					1 - 12	X	Médias: 25% a 40% da superfície das paredes.
			2 - 5				
			6 - 10				Intermediárias: 20% a 35% da superfície das paredes.
			11 ou 12		0 - 3		Pequenas: 15% a 25% da superfície das paredes.
					4 - 12		Médias: 25% a 40% da superfície das paredes.
5. POSIÇÃO DAS ABERTURAS							
3 - 12							Aberturas nas paredes norte e sul, à altura do corpo humano, do
1 ou 2			0 - 5				lado exposto ao vento.
			6 - 12			X	Como acima, mas também aberturas nas paredes internas.
0	2 - 12						
6. PROTEÇÃO DAS ABERTURAS							
					0 - 2		Proteger da insolação direta.
		2 - 12				X	Proteger da chuva.
7. PAREDES E PISOS							
			0 - 2			X	Construções leves, baixa inércia térmica.
			3 - 12				Construções maciças, tempo de transmissão térmica superior a 8 horas.
8. COBERTURA							
10 a 12			0 - 2				Leve (pouca inércia), superfície refletora, uso de câmara de ar.
			3 - 12			X	Leve e bem isolada.
0 a 9			0 - 5				
			6 - 12				Maciça, tempo de transmissão térmica superior a 8 horas.
9. ESPAÇOS EXTERIORES							
				1 - 12			Espaço para dormir ao ar livre.
		1 - 12				X	Adequada drenagem para a chuva.
		3 - 12				X	Proteção contra chuvas violentas.

As estratégias que devem ser adotadas para adequar os edifícios da localidade em questão às suas condições climáticas pedem que as construções estejam orientadas no eixo leste-oeste, para que a incidência solar seja menor e evite o superaquecimento em dias quentes, e que a sua distribuição no espaço urbano seja

mais compacta, com espaçamento suficiente para permitir circulação de ar e ventilação cruzada, através da orientação dupla das aberturas que devem ser controláveis, de tamanho médio (entre 25% a 40% do tamanho das paredes) e preferencialmente nas fachadas norte e sul (opostas). A circulação do ar dentro da edificação deve ser favorecida com vãos também nas paredes internas e as aberturas externas têm melhor desempenho quando expostas ao vento e localizadas na altura do corpo humano, com proteção contra chuvas. Quanto à cobertura, às paredes e ao piso, o tratamento deve ser o isolamento e as vedações precisam ser leves e com baixa inércia térmica. Por fim, os espaços externos, devido à alta pluviosidade anual, precisam de boa drenagem e sistemas de proteção contra chuvas fortes.

O WRPLOT cria um gráfico (Figura 5) que mostra a velocidade média dos ventos incidentes a partir dos dados de ventos extraídos da Estação Automática do INMET, em Oliveira. Com aproximadamente 20%, a velocidade do vento mais frequente está entre 2,10 e 3,60m/s, classificado na Escala Beaufort, de 1806, como brisa leve ou fraca, de grau baixo, sendo o vento um bom aliado para manter a circulação mínima do ar nas edificações sem causar impactos negativos.

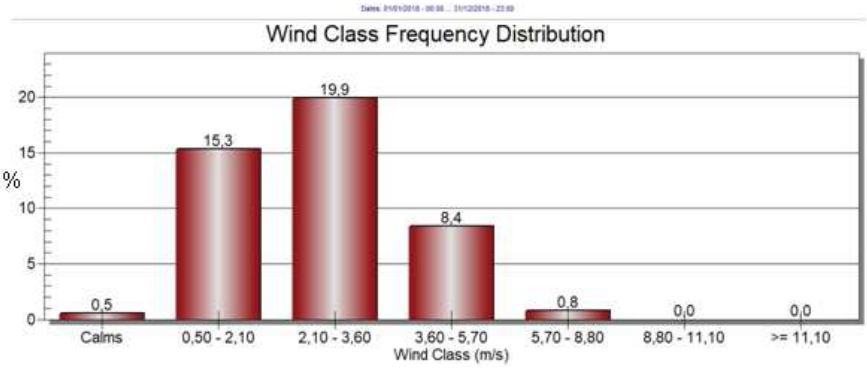


Figura 5 - Gráfico da velocidade do vento na Estação Automática A570, do INMET, gerado pelo software WRPLOT.

Na rosa dos ventos também gerada pelo WRPLOT (Figura 6), é possível notar que a direção predominante dos ventos é sudeste. Esta informação é interessante para posicionar as janelas de acordo com a incidência do vento em relação à função do ambiente e também para proporcionar a eficiência da ventilação cruzada. Quando o vento atinge a fachada orientada na direção predominante (sudeste) provoca, nesta elevação, uma pressão positiva e na fachada contrária (noroeste) é gerada a pressão negativa, o que desencadeia numa diferença de pressão, promovendo a ventilação interna. Isto pode ser utilizado para ajudar a definir a orientação da edificação e desenvolver a distribuição interna de seus ambientes, pois as aberturas em pressão negativa cumprem a função de retirar odores e umidade do espaço, através da movimentação do ar.

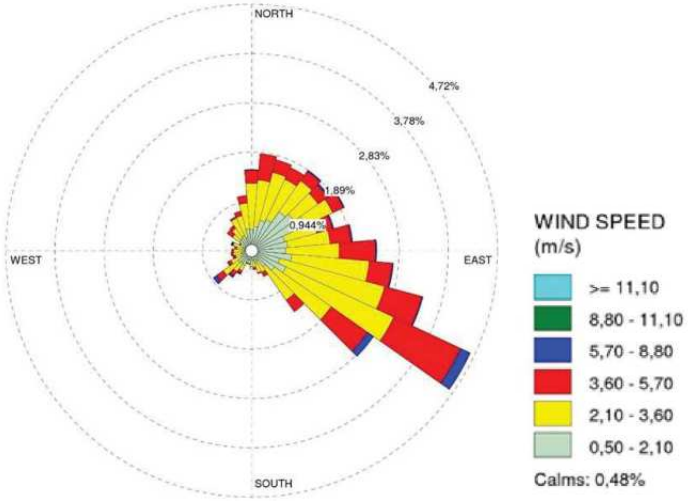


Figura 6 - Rosa dos ventos a partir de dados da Estação Automática A570, do INMET, gerado pelo software WRPLOT.

Há contradições entre os resultado do Diagrama de Givoni e das Tabelas de Mahoney, principalmente no que diz respeito ao tratamento das vedações externas. Porém, as duas metodologias mostram que o clima da cidade de Cláudio oferece grandes períodos de conforto térmico. Considerando as divergências, o que mais se aplica é inércia térmica para acumular o calor para a noite e a insolação direta destas paredes resolveria o desconforto causado pelas baixas temperaturas nos dias de inverno, o que condiz com a recomendação da NBR 15220-3, a qual orienta o uso de paredes externas pesadas e, consequentemente, a utilização da inércia térmica. A norma também indica o sombreamento das aberturas, como o DBG, para proteger da insolação direta, o que

não ocorre na orientação das Tabelas de Mahoney que sugerem a proteção, mas contra as chuvas. Em relação à cobertura, tanto a norma quanto as ferramentas de projeto propõem o uso de componentes leves e isolados.

Quanto às recomendações da NBR 15575-4 para o conforto térmico, o que é sugerido refere-se a propriedades dos materiais construtivos que compõem as vedações verticais externas, com números referenciais para transmitância térmica, absortância e capacidade térmica. Estas propriedades podem ser consideradas para a escolha dos materiais que têm boa inércia térmica, aumentando seu potencial. Da mesma forma, a NBR15575-5, que trata das coberturas, tem valores de referência para transmitância térmica e absortância, a fim de proporcionar melhor desempenho do isolamento. A norma também orienta sobre o dimensionamento das aberturas, indicando que as áreas de permanência prolongada devem ter vãos com no mínimo 7% da área do piso, o que pode ser complementado com a recomendação do método de Mahoney, o qual sugere que sejam com tamanho de 25% a 40% da área da parede.

De acordo com a avaliação dos resultados do Diagrama Bioclimático de Givoni, as Tabelas de Mahoney, o *software* WRPLOT e as orientações da NBR 15220-3 e da NBR 15575-4 e 5, a Tabela 2 descreve quais as proposições projetivas que devem ser consideradas na elaboração das leis municipais de Cláudio que normatizam as edificações:

Tabela 2 - Requisitos de projeto para serem considerados na elaboração das leis.

Implantação
Orientar o edifício no eixo leste-oeste para diminuir a exposição ao sol nestas fachadas e possibilitar espaço no terreno para vegetação.
Afastamentos
Promover o afastamento entre as construções para permitir boa circulação do ar, mas de forma compacta.
Circulação de ar/aberturas
Distribuir as aberturas para que haja a possibilidade de ventilação cruzada, com vãos de ventilação de tamanho médio (entre 25% a 40% das paredes) e ao menos ≥ 7% da área do piso em ambientes de permanência prolongada (salas, quartos e cozinha), com peitoril na altura do corpo humano. As aberturas devem ter elementos que façam proteção contra chuvas e controle de fechamento para o inverno.
Setorização interna
Setorizar os ambientes internos para permitir aberturas internas que auxiliem a ventilação cruzada indireta e utilizar a incidência dos ventos para dispor os ambientes que necessitam ser ventilados com mais atenção, utilizando a pressão positiva e pressão negativa dos ventos.
Envoltória
Paredes: utilizar materiais pesados, com propriedades de inércia térmica, com cores adequadas, considerando os referenciais de trasmitância térmica, absortância e capacidade térmica dispostos na NBR 15575-4. Coberturas: utilizar materiais leves, com propriedades de isolamento, considerando os referenciais de transmitância e absortância dispostos na NBR 15575-5.
Entorno
Assegurar níveis de ocupação do terreno e taxa de permeabilidade e sistemas de drenagem para evitar danos causados por chuvas fortes.

O estudo dos dados climáticos é de extrema importância para a elaboração de projetos arquitetônicos alinhados com as demandas do clima local. Assim sendo, a combinação dos diagnósticos, dos dois métodos apresentados, além da rosa dos ventos gerada pelo *software*, adequados as prescrições das normas técnicas brasileiras, pode ser inserida na legislação que rege o controle da atividade edílica, para influenciar o crescimento sustentável da cidade, considerando o conforto térmico nas construções.

Seguindo o guia elaborado por Bahia (2012), a parte específica do Código de Obras que trata das construções é o CAPÍTULO VIII: DAS CONDIÇÕES RELATIVAS ÀS EDIFICAÇÕES. Para o Código de Obras e Edificações da Cidade de Cláudio, deve ser acrescentado:

1. No Art. 74, da Subseção I – Das Diretrizes de Projeto e Execução, da Seção I – Das Disposições Gerais:

V. *Aplicação das estratégias para projetos arquitetônicos de acordo com o Zoneamento Bioclimático Brasileiro da NBR 15220-3, com a recomendações do Diagrama de Givoni e as Tabelas de Mahoney, seguindo as premissas projetivas abaixo:*

a) *Implantação: orientar preferencialmente o edifício no eixo leste-oeste para diminuir a exposição ao sol e possibilitar áreas livres para plantio de vegetação de porte arbóreo e/ou arbustivo;*
b) *Afastamentos: permitir boa circulação do ar entre as construções com afastamentos mínimos de 1,50m das linhas de divisa do lote, considerados em relação à projeção horizontal da edificação, incluindo os beirais;*
c) *Aberturas: promover a ventilação cruzada através de aberturas de tamanho médio e com proteção contra chuvas e ventos do inverno;*
d) *Setorização interna: observar a incidência predominante dos ventos para auxiliar a distribuição dos ambientes internos, de modo que as áreas molhadas sejam posicionadas nas fachadas em pressão negativa para a exaustão de odores e umidade;*
e) *Envoltória: utilizar materiais com propriedades de inércia térmica média nas paredes e materiais isolantes na cobertura;*
f) *Entorno: permitir áreas permeáveis para drenagem de águas pluviais.*

2. Na Seção IV – Das Estruturas, Paredes e Pisos:

§1º. *Além das disposições estabelecidas no caput deste artigo, as paredes externas, que constituem o invólucro da edificação, conforme a classificação bioclimática da zona 4 da NBR 15220-3 e as recomendações da NBR 15575-4, deverão ser constituídas por materiais inertes com as seguintes propriedades:*

a) *Transmitância térmica ≤ 3,7W/m².K (observar anexo D da NBR 15220-3).*
b) *Absortância ≤ 0,6 (de acordo com a cor).*
c) *Capacidade térmica ≥ 130kJ/m².K (observar anexo D da NBR 15220-3).*

3. Na Seção V – Das Coberturas:

Parágrafo único. *Além das disposições estabelecidas no caput deste artigo, a cobertura, conforme a classificação bioclimática da zona 4 da NBR 15220-3 e as recomendações da NBR 15575-4, deverá ser constituída por materiais isolantes com as seguintes propriedades:*

d) *Transmitância térmica ≤ 2,3W/m².K se absortância ≤ 0,6; (observar anexo D da NBR 15220-3).*
e) *Transmitância térmica ≤ 1,5W/m².K se absortância ≥ 0,6 (observar anexo D da NBR 15220- 3).*

4. Na Seção VIII – Da Iluminação e Ventilação dos Compartimentos:

Art. 117. *Compartimentos de permanência prolongada deverão conter vão para ventilação e iluminação naturais com dimensões médias entre 25% a 40% do tamanho da parede e/ou ao menos ≥7% da área do piso, com peitoril na altura do corpo humano, e compartimentos de permanência transitória, na proporção mínima de 1/8 (um oitavo) da área do piso.*

Art. 118. *Os compartimentos deverão ser ventilados e/ou iluminados de maneira que atendam as seguintes disposições:*

I. *Permitirem a ventilação cruzada no interior da edificação pela abertura de vãos em fachadas diferentes, desconsideradas as portas de acesso social e de serviço, e sempre que possível com aberturas também nas paredes internas, observando a predominância dos ventos, pela Rosa dos Ventos, para orientar a disposição dos vãos.*

5. CONCLUSÕES

Como parte dos planos estratégicos, as leis de controle da atividade edílica podem auxiliar na promoção de ambientes construídos urbanos mais confortáveis para as atividades humanas e com qualidade construtiva, adaptando os edifícios ao cenário climático local. Para melhorar a apresentação dos códigos de obras, é importante que a sua elaboração seja feita de acordo com as normativas nacionais e internacionais sobre o assunto e, no caso do Brasil, as Normas Técnicas Brasileiras da ABNT cumprem o papel de orientar quais estratégias devem ser adotadas. Porém, apesar do caráter obrigatório da NBR 15575, esta norma é pouco utilizada para complementar as proposições da legislação.

Para resolver a incompatibilidade das estratégias resultantes dos métodos de projeto apresentados, foram levadas em consideração as recomendações da NBR 15220-3, segundo a classificação da zona bioclimática na qual está inserida a cidade, prevalecendo, então, a estratégia de projeto indicada pelo Diagrama de Givoni.

Quanto às outras orientações, as duas ferramentas têm estratégias complementares que podem ser usadas em conjunto e de acordo com as normas técnicas.

É interessante a adoção de dois ou mais métodos diferentes para comprovar a aplicabilidade das recomendações, comparando os diagnósticos e, se possível, experienciando a vivência local para avaliar quais são mais adequadas ao contexto.

É notória a necessidade de revisão da legislação com mais cuidado em relação às especificidades do clima buscando maior qualidade para o espaço construído. Isto é possível por meio de estudo das tendências no contexto mundial e das providências apresentadas pelos órgãos nacionais que observam a conveniência da sustentabilidade no desenvolvimento urbano. Além disso, existem métodos de elaboração de projeto arquitetônico que podem auxiliar no processo e mostrar com clareza os requisitos que devem ser atendidos. Assim, alcança-se maior consciência sobre a conexão entre a forma de ocupação e o ambiente ao redor, no desenvolvimento da cidade e na consideração do bem-estar das pessoas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3**: Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15575-4:** Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 15575-5:** Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 4: Requisitos para sistemas de cobertura. Rio de Janeiro, 2013.

ASSIS, E. S. Método integrado de análise climática para arquitetura aplicado à cidade de Belo Horizonte, MG. **IV Encontro Nacional e III Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído**, São Pedro, p. 2-8, 2001.

BAHIA, S. R. **Guia técnico PROCEL Edifica: Elaboração e atualização do código de obras e edificações.** 2. ed. rev. e atual. por Ricardo Moraes. Rio de Janeiro: IBAM/DUMA, ELETROBRAS/PROCEL, 2012.

BARBIRATO, G. M. *et al.* Diretrizes bioclimáticas para o planejamento urbano a partir da aplicação de metodologias de análise do clima local. **4º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável. Anais do PLURIS**, n. 40, p. 75-86, 2011.

BOGO, A. *et al.* Bioclimatologia aplicada ao projeto de edificações visando o Conforto Térmico. **Relatório Interno - 02/94.** Florianópolis, 1994.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001: **Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.** Brasília: Congresso Nacional. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm> Acesso em: 10 de set. de 2018.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico.** 7. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2003.

GOMES, J. E. V. **Avaliação do desempenho de edifícios segundo a norma NBR 15575:** adaptação ao caso de edifício reabilitado. 2015. 85f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade do Porto, Porto, 2015.

GOMES, P. S.; LAMBERTS, R. O estudo do clima urbano e a legislação urbanística: considerações a partir do caso Montes Claros, MG. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 9, n. 1, p. 73-91, jan./mar. 2009.

HARRIS, A. L. N. de C.; CHENG, L.-Y.; LABAKI, L. C. Remodelagem dos grupos climáticos dos "Quadros de Mahoney" utilizando a teoria dos Sistemas Nebulosos. **Seminário Internacional NUTAU – Tecnologia e Desenvolvimento**, São Paulo, p. 1132-1141, 2000.

INSTITUTO Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Cidades e Estados**: Cláudio, 2021. Disponível em: < https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/claudio.html> Acesso em: 05 de jun. de 2021.

_____. **Cidades e Estados**: Oliveira, 2021. Disponível em: < https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/oliveira.html> Acesso em: 05 de jun. de 2021.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura.** 3. ed. Rio de Janeiro: ELETROBRAS/PROCEL, 2014.

MENDONÇA, R. S. R.; ASSIS, E. S. Conforto térmico urbano: estudo de caso do bairro Floresta de Belo Horizonte, MG. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 3, p. 45-63, jul./set. 2003.

RIBAS, A.; SCHMID, A.; RONCONI, E. Topofilia, conforto ambiental e o ruído urbano como risco ambiental: a percepção de moradores dos Setores Espaciais Estruturais da cidade de Curitiba. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 21, p. 183-199, jan./jun. 2010.