DIRETRIZES BIOCLIMÁTICAS PARA A REGIÃO MORFOLÓGICA 'MORUMBI/HR' EM PRESIDENTE PRUDENTE-SP

Flávio Dantas de O. Lopes (1); Carolina Lotufo Bueno-Bartholomei (2)
(1) Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), flaviodantas.olopes@gmail.com, (11) 99271-0196
(2) Doutora em Engenharia Civil, Professora do Departamento de Planejamento, Urbanismo e Ambiente, carolina.lotufo@unesp.br, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, R. Roberto Símonsen, 305, Presidente Prudente – SP, (18) 3229-5680

RESUMO
A arquitetura, ao longo do século XX, passou por mudanças drásticas devido a um processo de estandardização, desconsiderando as especificidades do local. Com isso, o clima deixa de ser um elemento primário da concepção e do projeto arquitetônico, provocando uma baixa eficiência energética das edificações no geral, e, portanto, a arquitetura bioclimática mostra sua devida importância ao propor soluções que apresentem desempenho ambiental eficiente. Aplicando-se o estudo em Presidente Prudente, foi possível analisar as características climáticas pertinentes da cidade e aplicar os dados obtidos no Método Tradicional de Mahoney, a fim de obter diretrizes projetuais relevantes para a concepção de projetos arquitetônicos no contexto prudentino. Também foi considerada a Zona Bioclimática 6 da NBR 15220 (2005) como parâmetro quantitativo para as diretrizes para escolha dos materiais. Partiu-se, então, para o recorte mais específico da Região Morfológica 'Morumbi/HR', em que foram observadas as áreas de uso residencial, as tipologias habitacionais existentes, além de, posteriormente, as orientações das fachadas vinculadas à trajetória do sol (Carta Solar) e a direção predominante dos ventos. Com os diferentes posicionamentos de implantação existentes, foi possível estabelecer diretrizes de implantação relacionadas à incidência solar ao longo do ano e ventilação cruzada. Por fim, com as tipologias pré-existentes identificadas, foram propostas paredes duplas partindo da inércia térmica, por meio das estratégias bioclimáticas referentes ao atraso térmico e à redução da transmitância térmica. Conclui-se, portanto, a importância de considerar os aspectos climáticos e os conhecimentos proporcionados pela arquitetura bioclimática na concepção do projeto ou no momento de reforma da edificação, proporcionando assim uma alta eficiência energética e um desempenho ambiental eficaz.

Palavras-chave: arquitetura bioclimática, estratégia bioclimática, conforto térmico, diretriz bioclimática

ABSTRACT
The architecture, during the 20th century, went through drastic changes due to a standardization process, not considering the local specificities. Thus, the climate characteristics end up being no longer a primary factor in the architecture design creation, causing the building to have a low energy efficiency in general and hence, the bioclimatic architecture shows its importance by proposing solutions involving an efficient environment performance. The study was taken in Presidente Prudente, São Paulo state, making possible analyze the city's relevant climate conditions and apply the obtained data into Traditional Mahoney's Method in order to acquire proper design guidelines to these city's context. Also, the ABNT NBR 15220 (2005) was considered as a parameter to the constructive guideline. Subsequently, the study focused in Morphological Region 'Morumbi/HR' range, whereby was recognized the residential use area, the actual habitational typologies and, afterwards, the building orientations linked to the sun's path and the predominant wind directions. With the actual implanted different positionings it was possible to set design guidelines related to solar incidence throughout the year and cross ventilation. Finally, with the identified pre-existing typologies, double walls were proposed based on thermal inertia, through bioclimatic strategies regarding thermal delay and thermal transmittance reduction. Therefore, it is concluded that considering climatic aspects and the knowledge provided by bioclimatic architecture is important when creating an architectural design or reforming a building, providing in this way a high energetic efficiency and an adequate environment performance.

Keywords: bioclimatic architecture, bioclimatic strategies, thermal comfort, visual comfort

1. INTRODUÇÃO

A arquitetura, devido à sua localização geográfica, ao seu entorno e ao contexto em que está inserida, sofre influência direta e indireta do clima, conceitualizado por Mascaró (1985) como "uma feição característica e permanente do tempo, num lugar, em meio a suas infinitas variações". Dessa forma, a relação entre o espaço construído e o clima é complexa, pois envolve a concepção projetual do edifício, o meio urbano, as diferentes escalas espaciais e a própria passagem do tempo.

O clima, desde a antiguidade, é um elemento significativo no projeto e na construção das habitações, sendo amplamente aproveitado pela arquitetura vernacular, pois partem de princípios bioclimáticos e dos recursos do próprio ambiente para alcançar uma alta eficiência energética, que, segundo Lamberts, Dutra e Pereira (2014) é uma característica pertinente ao edifício, possibilitando o devido conforto ambiental aos usuários, ao passo que proporciona um baixo consumo de energia.

Após a Segunda Guerra Mundial, as grandes transformações sociais, econômicas e técnicas impuseram o surgimento do estilo internacional, mudando drasticamente a arquitetura em prol de uma padronização das tipologias construtivas, além da crescente adesão aos sistemas de climatização artificial atrelados à busca do devido conforto térmico. Como resultado desse processo histórico, as edificações tornam-se pouco eficientes, pois gastam muita energia elétrica por não se adaptarem ao meio que estão situadas.

Com isso, em 1992, a ONU promove a Agenda 21, que dentre os seus diversos planos de ações, reconhece a construção civil como um dos grandes motivos da degradação dos recursos ambientais. É nesse contexto que a arquitetura bioclimática, preocupada em conciliar a eficiência energética, o conforto ambiental e o clima local, torna-se um tema de bastante relevância, pois, segundo Lamberts (1994), utiliza da tecnologia baseada na devida aplicação dos elementos arquitetônicos, proporcionando ao ambiente construído um baixo consumo energético e um alto conforto higrotérmico.

De forma a entender e aplicar esses conceitos, o estudo se baseou na cidade de Presidente Prudente – situada no estado de São Paulo –, considerando os fatores climáticos, o padrão de implantação aliado ao posicionamento das fachadas e as tipologias construtivas existentes para apontar diretrizes de implantação relacionadas à insolação e à ventilação, bem como soluções construtivas para as especificidades no clima local. Com isso, os principais referenciais teóricos foram Bagnati (2013) que aborda amplamente a bioclimatologia e a qualidade do ambiente construído por meio de dados que possam contribuir com o processo projetual, e Lamberts, Dutra e Pereira (2014) que discutem os principais conceitos da colaboração entre projeto e conforto por meio da abordagem do consumo de energia nas edificações.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é apresentar diretrizes bioclimáticas visando a melhoria do conforto ambiental nos espaços residenciais da Região Morfológica Morumbi/HR, localizada em Presidente Prudente-SP. Com isso, busca-se evidenciar diretrizes de implantação e diretrizes para escolha dos materiais direcionadas ao aproveitamento das características climáticas.

3. MÉTODO

O método do trabalho em questão se baseia nas seguintes etapas:

1. Apresentação e análise das características climáticas de Presidente Prudente;
2. Discussão das diretrizes bioclimáticas segundo o Método de Mahoney Tradicional e a Zona Bioclimática 6, presente na NBR 15220 (2005);
3. Apresentação e contextualização do recorte, com base nos critérios de regionalização morfológica, bem como o mapeamento revelando os ângulos das fachadas na Região Morfológica 'Morumbi/HR' e sua relação com a direção dos ventos predominantes.

3.1. Clima de Presidente Prudente

Amorim (2014) explica que Presidente Prudente possui "clima tropical, com duas estações definidas", em que há um período do ano mais quente e chuvoso, apresentando temperaturas médias mais altas e alta precipitação acumulada, enquanto que há outro período mais ameno e mais seco, com redução considerável de temperatura e baixa umidade.

Se utilizando os dados disponibilizados pelo INMET para a série histórica de 1961 a 1990, apresentadas na **Figura 1**, é possível observar essa diferença entre estações de forma mais clara. O período situado entre dezembro a março é o que possui temperaturas mais altas, ultrapassando 30 ºC para as máximas. Os meses de junho e julho apresentam as menores temperaturas, onde as temperaturas mínimas se encontram abaixo de 15º

C. Além disso, é evidente a grande diferença do regime de chuvas presente nos meses de dezembro e janeiro - onde a precipitação acumulada supera 150 mm – em relação ao período entre abril e agosto - onde a precipitação é inferior a 100 mm, sendo agosto o mês que menos chove.

Dessa forma, por estar localizada em uma área de transição climática (com a zona subtropical), Presidente Prudente sofre atuação dos sistemas tropicais e extratropicais, proporcionando elevadas temperaturas na primavera e no verão e baixas temperaturas provocadas por frentes frias no outono e no inverno (AMORIM, 2014).

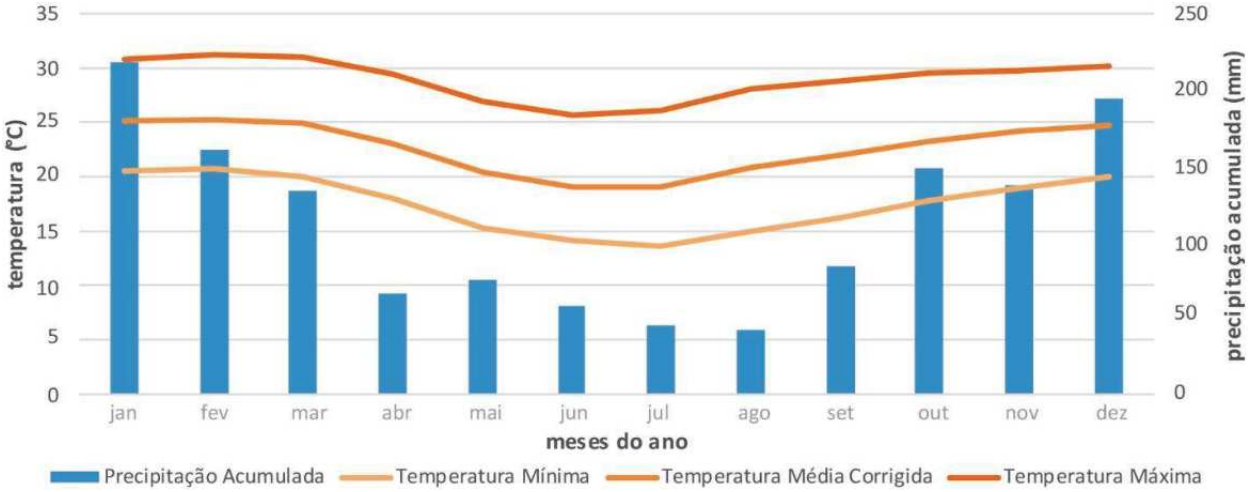


Figura 1 – Climograma de Presidente Prudente (1961 – 1990); Fonte: INMET.

A ventilação, como parte pertinente deste estudo, também foi analisada de forma quantitativa ao longo do ano e posteriormente dividida entre as quatro estações, como visto na **Figura 2**. Com isso, é possível observar que o período do verão e do inverno possui uma certa variação de nordeste à sudeste, enquanto o outono e a primavera possuem maior frequência em leste-sudeste, apesar de também contar com significativa variação. Dessa forma, observa-se que a direção dos ventos predominantes em Presidente Prudente é de **leste-sudeste**, variando com considerável frequência entre os ângulos situados sudeste e nordeste.

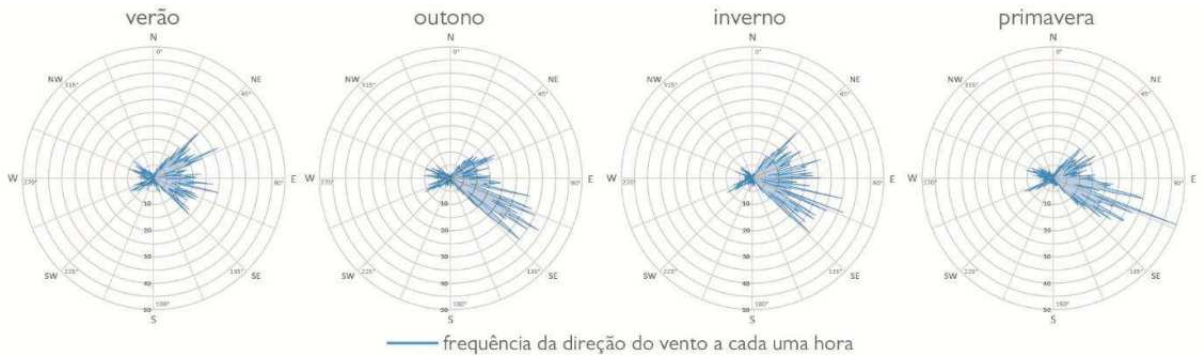


Figura 2 – Direção dos Ventos Predominantes em Presidente Prudente em 2019; Fonte: CETESB.

Romero (2000) discute que para o caso brasileiro, há três tipos principais de climas em função da arquitetura, sendo eles, quente-úmido, quente seco e tropical de altitude. Dessa forma, nos dados climatológicos apresentados, pode se definir o clima de Presidente Prudente como quente úmido, explicado pela autora como áreas em que "verificam-se pequenas variações de temperaturas diárias e estacionais, radiação difusa muito intensa e umidade do ar elevada" (ROMERO, 2000).

3.2. Diretrizes bioclimáticas para Presidente Prudente

Sob a perspectiva da escala da cidade, foram propostas as diretrizes bioclimáticas gerais para Presidente Prudente, com direcionamento a partir dos Quadros de Mahoney, ou Método de Mahoney Tradicional (MMT), utilizando os dados da série histórica de 1961 - 1990. Como discute Sena (2004), este método, de forma geral, consiste em analisar os dados climáticos locais e, através de um diagnóstico, resulta em um total de indicadores que especificam quais as recomendações para o projeto arquitetônico na localidade especificada, sendo:

a) a implantação, com fachadas maiores voltadas para norte e sul;

b) o espaçamento, com separação ampla, para melhor ventilação, mas com proteção contra ventos quentes e/ou frios;
c) a ventilação, com edifícios em fila simples para permitir uma ventilação permanente;
d) o tamanho das aberturas, de 25% a 40% das fachadas norte e sul, e também em leste e oeste quando o frio predominar;
e) a proteção das aberturas, através de beirais, brises e prateleiras de luz;
f) pisos e paredes pesadas;
g) coberturas leves e isolantes;
h) no exterior, priorizar a proteção das chuvas.

Além disso, o Zoneamento Bioclimático Brasileiro – que consta na NBR 15220 (2005) – também foi levado em conta, pois apresenta dados e recomendações quantitativas relevantes para se construir considerando um bom desempenho térmico. Das oito zonas especializadas no território nacional, Presidente Prudente se encontra na zona bioclimática 6, que abrange 12,6% do território nacional, e que possuem recomendações técnico-construtivas de aberturas, paredes e coberturas, como consta na **Figura 3**, pertinentes para as diretrizes da escolha dos materiais, além da proteção das aberturas, já citada utilizando o MMT.

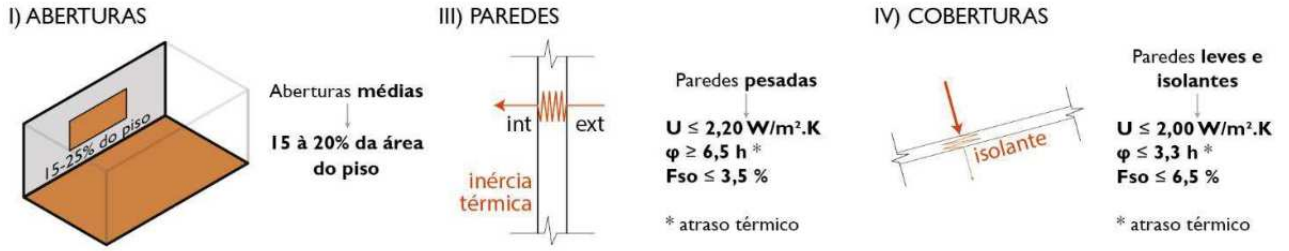


Figura 3 – Valores e diretrizes segundo a NBR 15220 (2005). Fonte: Autor (2020).

3.3. Região Morfológica 'Morumbi/HR'

3.3.1. Conceito de região morfológica

O conceito de região morfológica aqui trabalhado leva em conta a obra de M. R. G. Conzen, importante teórico para a morfologia urbana, propondo o entendimento da cidade como um palimpsesto, como se a forma urbana fosse consolidada e expandida através de camadas históricas que se sobrepõem conforme o tempo passa. Segundo o glossário organizado pelo seu filho M. P. G. Conzen (2004), o autor definiu uma região morfológica como "um agrupamento espacial de formas assentadas pelo princípio geográfico de semelhanças, que leva a produção de grandes regiões compostas de ganzheit[1] de caráter/personalidades holísticas [...]".[2]

Contemporaneamente, Oliveira e Monteiro (2014) aplicam os conceitos levantados por Conzen em diversos estudos, e explicam a região morfológica como "uma área morfologicamente homogênea (em termos de plano/planta da cidade, tecido edificado e uso do solo)", explicando que o instrumento para a execução deste método é a regionalização morfológica.

Com isso, é possível entender que região morfológica é uma porção da cidade que possui muitas semelhanças no que diz respeito ao sistema viário, à forma das quadras, ao padrão de implantação, às tipologias dos edifícios e ao padrão de uso e ocupação do solo. Dessa forma, são regiões que dispõem de qualidades únicas e possuindo características inerentes se comparadas à totalidade da cidade.

Foi feito, portanto, uma regionalização morfológica na escala da cidade **(Fig. 5)** que levou em conta o sistema de hierarquização – demonstrados pelas ordens[3] –, a densidade das edificações no tecido urbano e as diferentes tipologias edilícias, sendo possível subdividir a cidade em porções menores para uma análise mais aprofundada de diversos fatores, como a insolação e a ventilação.

[1] Termo alemão que pode ser entendido como "em sua totalidade" e/ou "como um todo integral".
[2] Além disso, o autor conceitualiza o termo "região morfogenética" – que ajuda a compreensão do recorte – como *"grupos de formas especiais existentes na paisagem urbana, baseadas em similaridades de implantação, definidas de forma simples nos termos de um plano urbano global, compostas por tipos edilícios, ocupação e usos característicos do solo e das edificações. Dependendo de sua escala na paisagem urbana, uma região morfogenética pode ser um morphotope (a menor de todas), uma unidade de bairro (compreendendo tanto o sistema viário e as unidades distritais), um quarteirão da cidade ou uma região maior, tais como o centro tradicional, ou o hipercentro, ou o centro histórico."*
[3] Utilizando como base Conzen (1960) em Alniwck, Northumberland, Inglaterra e Whitehand (2009) em Barnt Green, Worcestershire, Inglaterra.

3.3.2. O recorte

O recorte aqui abordado, nomeado como "Morumbi/HR", é uma das 28 regiões morfológicas apresentadas, e tem como principais características a grande variação tanto na implantação das residências, quanto em seus elementos construtivos, refletindo diversos momentos históricos da consolidação e expansão da área e resultando em uma porção da cidade com alta variação de atividades, funções e especificidades. Como fatores que fazem parte do princípio geográfico de semelhanças, tem-se a localização diante do sistema viário, o processo histórico de ocupação à sudoeste do Centro e o próprio de parcelamento do solo, que perpetua um padrão, sobretudo quando se analisa as orientações das fachadas.

Sob a perspectiva da escala do recorte, nota-se que é uma área de maior diversidade construtiva e de implantação na malha urbana, com áreas residenciais estabelecidas em diferentes contextos, como visto na **Figura 4**, o que também complementa a análise dos fatores de insolação e ventilação.

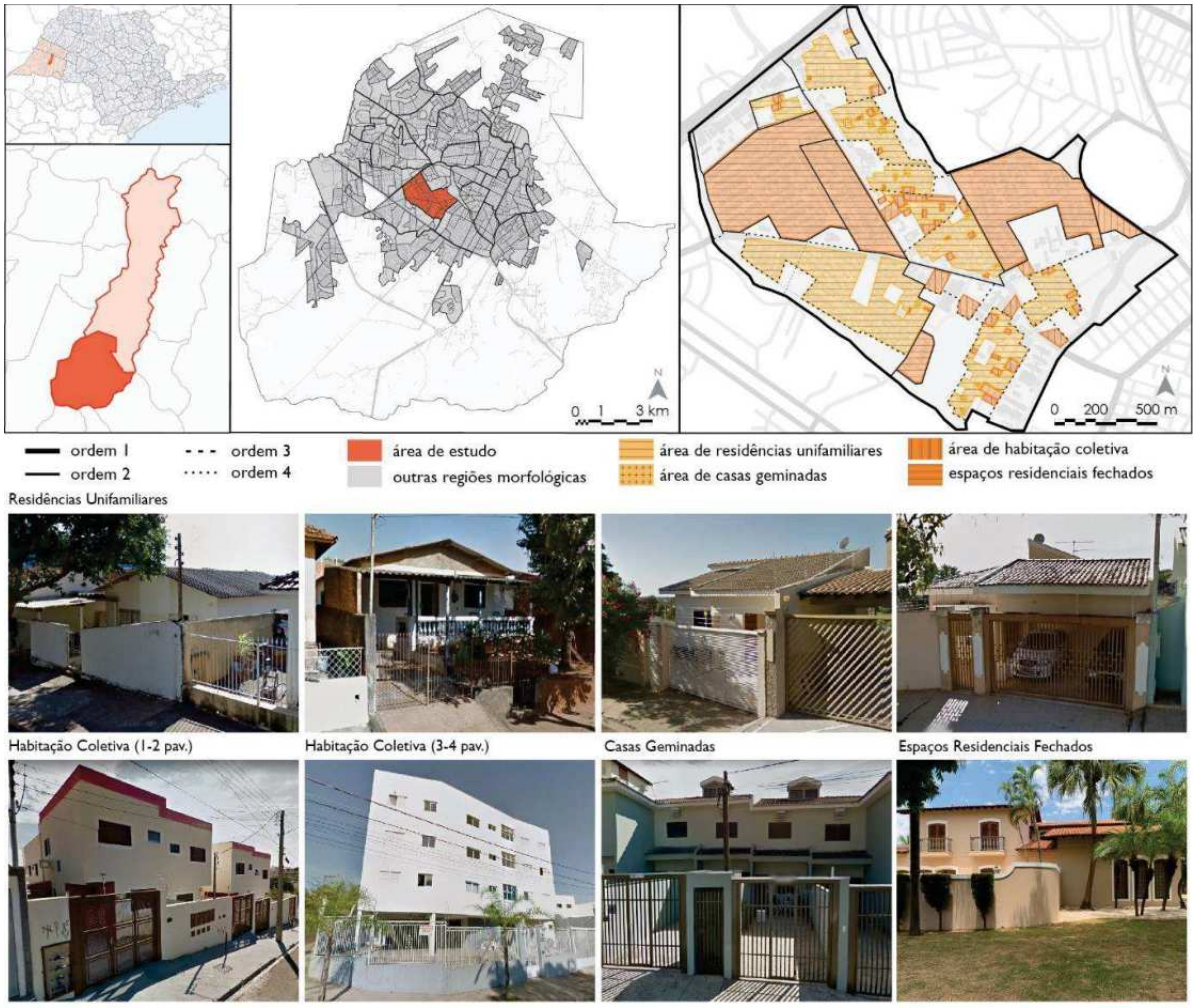


Figura 4 – Região Morfológica 'Morumbi/HR'. Fonte: Autor (2021).

Posteriormente, foi realizado o mapa apresentado na **Figura 5**, espacializando as diferentes orientações de fachadas existentes na Região Morfológica 'Morumbi/HR', bem como a diferença de pavimentos com a finalidade de evidenciar a horizontalidade de algumas áreas e a verticalidade de outras. Nota-se, portanto, que o gabarito é composto predominantemente por edifícios de 1 a 2 pavimentos, com uma quantidade relativa de edificações de 3 a 4 pavimentos dispostos por toda a extensão da área, além de uma quantia considerável de prédios altos com mais de 4 pavimentos, sobretudo na porção leste e sudeste do recorte.

Em relação à implantação dos edifícios, a área de estudo é marcada pela alta variedade na orientação dos edifícios, que costumam seguir o alinhamento das vias que compõem o loteamento. Dessa forma, foi possível agrupar **nove** diferentes angulações de fachadas, sendo a mais comum as de azimutes 59º, 149º, 239º e 329º, voltadas para Nordeste, Sudeste, Sudoeste e Noroeste respectivamente.

Na **Figura 6**, também estão evidenciadas as direções predominantes dos ventos que, como visto anteriormente, possuem especificidades para cada estação do ano. Dessa forma, observa-se que ao contrário do inverno e da primavera – que correspondem à direção mais frequente (leste-sudeste) – o período do verão possui com mais frequência ventos advindos de nordeste e lés-nordeste, enquanto o período do outono, ventos

advindos de sudeste. Vale ressaltar, também, que a velocidade dos ventos é mais intensa no inverno, na primavera, no verão e no outono, respectivamente.

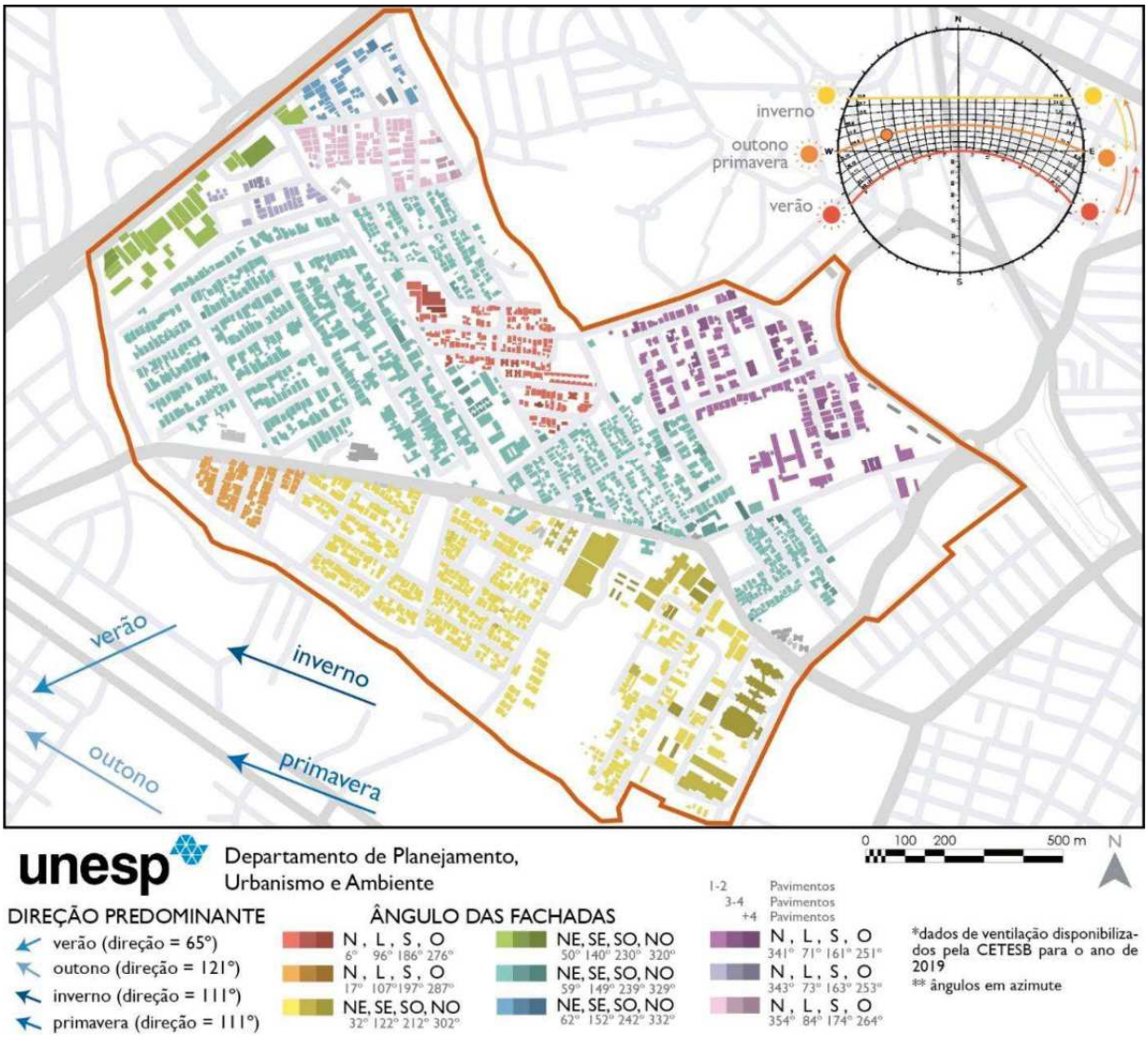


Figura 5 – Mapa da Orientação das Fachadas e da Direção Predominante dos Ventos. Fonte: Autor (2020).

4. RESULTADOS

A partir da execução dos mapeamentos das **Figura 4 e 5**, as propostas das diretrizes foram subdividas em:

1. Diretrizes de implantação;
2. Diretrizes para escolha dos materiais.

4.1. Diretrizes de implantação

A partir das nove diferentes orientações de fachadas existentes no recorte, foi possível apresentar diretrizes projetuais com base na ventilação e na insolação, podendo ser diretamente relacionadas à adequação do conforto térmico nas edificações. Dessa forma, em relação à ventilação, foram apresentadas as direções predominantes dos ventos em cada estação comparadas à orientação das fachadas dos edifícios ali representados, sendo possível correlacionar em que posições das fachadas poderiam estar situadas as aberturas a fim de favorecer a ventilação cruzada. Quanto à insolação, foi levantado a quantidade de dias que o sol incidia em cada fachada, ao longo das quatro estações do ano e em três períodos diferentes do dia: 08h da manhã, 12h (meio-dia) e 16h da tarde. Com isso, tornou-se possível compreender e calcular a incidência solar em cada horário apresentado ao longo do ano, em porcentagem.

Sendo assim, torna-se viável analisar e contextualizar com a **Figura 6** quais as especificidades de cada conjunto de orientações de fachadas para as recomendações relacionadas às diretrizes projetuais. As Fachadas 1 e 9 possuem semelhanças nos dois aspectos – ventilação e insolação –, sendo recomendado que as aberturas

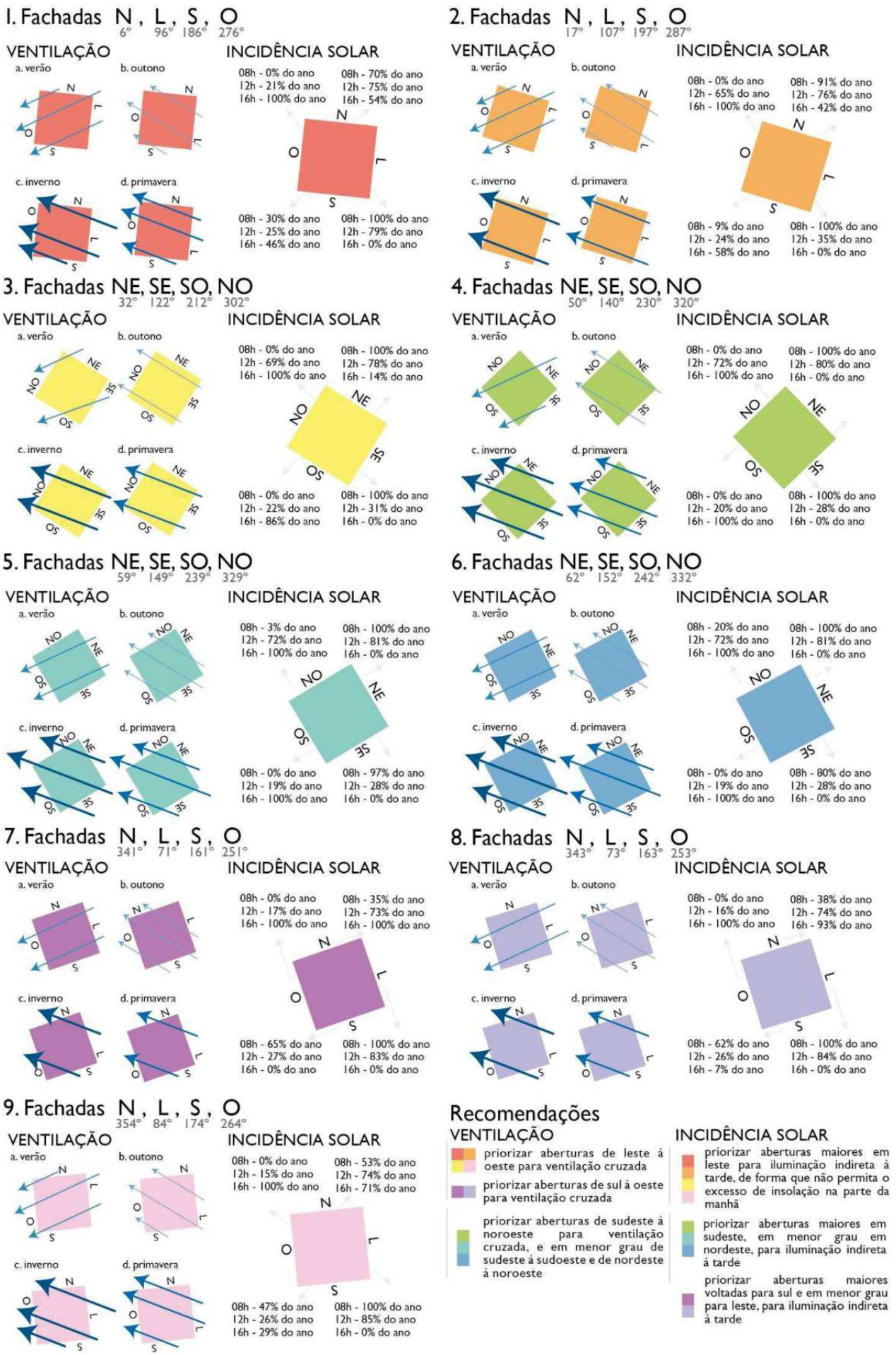


Figura 6 – Diretrizes de implantação das nove orientações de fachadas na Região Morfológica 'Morumbi/HR'. Fonte: Autor (2021)

de leste à oeste sejam priorizadas para ventilação cruzada, pois assim atendem as variações ao longo das estações do ano. Além disso, as aberturas em leste podem ser maiores para permitir a entrada de luz indireta na parte da tarde (0% de insolação durante o ano inteiro), com a ressalva de que não seja permitido o excesso de insolação na parte da manhã (100% de insolação durante o ano inteiro). A Fachada 2 possui recomendações análogas às anteriores, com o diferencial que a fachada oeste carece de maior atenção, pois o horário das 12h já possui 65% de insolação no ano, e, portanto, as aberturas localizadas nessa fachada podem provocar insolação indesejada, apesar da necessidade para ventilação cruzada. Como solução, podem ser adotadas janelas altas, brises, prateleiras de luz ou até mesmo um beiral mais generoso. Por fim, a Fachada 3 tem a especificidade de possuir orientação praticamente perpendicular à direção predominante dos ventos (leste-sudeste), o que torna a recomendação da colocação de aberturas para ventilação em sudeste e noroeste ainda mais evidente. Ademais, possui ressalvas ainda mais significativas em relação à fachada noroeste (análoga à fachada oeste da Fachada 2) por possuir ainda mais tempo de insolação direta. Ressalta-se ainda que a Fachada 2 e 3 não carecem de tanta atenção em relação à insolação em leste/sudeste na parte da manhã, devido ao decrescente tempo de insolação direta entre 08h e 12h.

As Fachadas 4, 5 e 6 possuem muitas similaridades no que diz respeito ao posicionamento das aberturas frente à ventilação cruzada (de sudeste à noroeste), bem como as porcentagens de incidência solar ao longo do ano. Nesse caso, tanto a fachada noroeste, quanto a fachada sudoeste precisam de atenção em relação ao sol da tarde, por possuírem 100% de incidência solar, ao passo que na fachada nordeste, é preciso cautela devido à alta porcentagem no horário das 12h, recomendando-se posicionar os quartos, a cozinha ou até mesmo a sala de estar nessa fachada. Além disso, a fachada sudeste é a ideal para captar mais luz indireta a partir do meio-dia, precisando de atenção apenas no período do verão. A Fachada 6 possui ainda mais adversidades com a insolação incidente na fachada noroeste, pois apresenta sol direto já na parte da manhã em 20% do ano, sendo necessário analisar estratégias bioclimáticas relacionadas ao tempo de inércia térmica, através de paredes mais leves ou paredes duplas dependendo do cômodo e de seu uso, por exemplo.

Por fim, as Fachadas 7 e 8 possuem angulações muito próximas, apesar de suas localizações serem relativamente distantes entre si, e por isso possuem recomendações equivalentes. Ambas se diferenciam das outras fachadas devido à ventilação cruzada de sul à oeste, sendo possível conceber grandes aberturas em sul sem muita preocupação com o calor proporcionado pelo sol, pois sua baixa porcentagem de incidência solar até mesmo no período da manhã permite tal condição. Também, aberturas localizadas em leste e oeste visando ventilação são pertinentes principalmente para o período do verão. Ademais, a fachada norte, nesse caso, é a mais complicada, pois possui incidência solar ao longo do ano, em todos os horários apresentados, sendo recomendado considerar a inércia térmica como um meio de controle da entrada e saída do calor armazenado.

4.2. Diretrizes para escolha dos materiais

Para a análise das diretrizes para escolha dos materiais, partiu-se dos dados apresentados para a Zona Bioclimática 6, bem como os procedimentos de cálculo presentes na NBR 15220 (2005). Utilizou-se como fatores determinantes, portanto, a transmitância térmica (U), medida em W/(m².K), o atraso térmico (φ), medido em horas (h), e a cor da pintura recomendada seguindo os níveis de absortância, observados na Tabela 1, com base nos valores da norma e em Dornelles, Caram e Sichieri (2013). Para isso, foram levantadas quais seriam as paredes pré-existentes do recorte, e, posteriormente aos cálculos, foram apresentadas propostas para auxiliar na inércia térmica, através do amortecimento e do atraso da onda de calor, devido ao aquecimento e resfriamento dos materiais.

Tabela 1– Absortância solar de diferentes tintas frias. Fonte: Dornelles, Caram, Sichieri (2013).

	Pintura	α		Pintura	α		Pintura	α
1	Branca	0,20	4	Azul Clara*	0,50	6	Azul Escura*	0,73
2	Amarela	0,30	5	Verde Escura	0,70	8	Vermelha	0,74
3	Verde Clara	0,40	7	Cinza escuro*	0,72	9	Preta	0,97

4.2.1. Pré-existente

A Região Morfológica 'Morumbi/HR' possui certa variedade considerável entre suas tipologias habitacionais existentes, em que foi possível levantar 5 tipos de paredes existentes e mais comuns: bloco cerâmico de 6, 8 e 9 furos, bem como bloco de concreto de 14 e 19 cm, em menor escala. Na **Figura 7** é possível observar que nenhum das tipologias atende às recomendações da Zona Bioclimática 6, visto que detêm transmitância térmica maior que 2,20 W/(m².K) e atraso térmico muito inferior à 6,5 horas, principalmente em relação às paredes com cerâmica. Também foram levantadas quais eram as cores mais comuns da parte exterior das residências, consistindo de forma geral entre branco e amarelo, tendo assim baixa absortância.

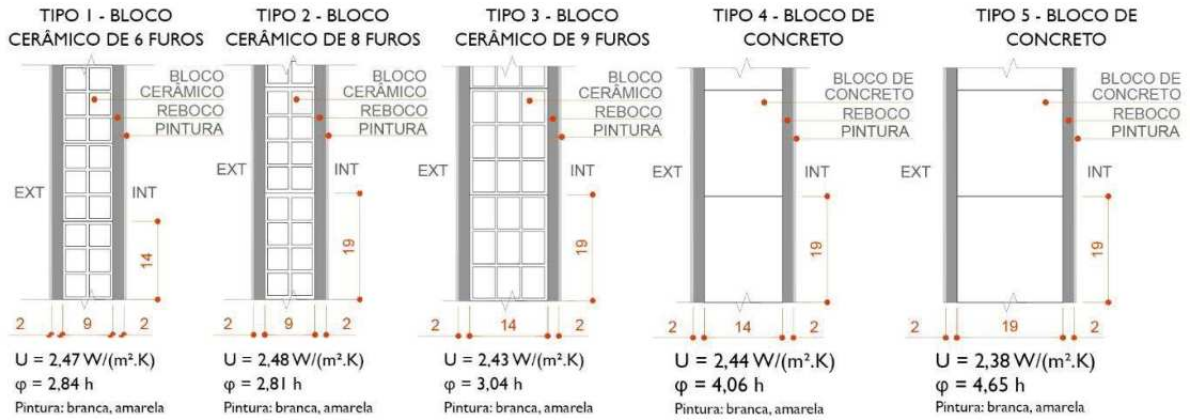


Figura 7 – Tipologias de paredes pré-existentes

4.2.2. Proposta

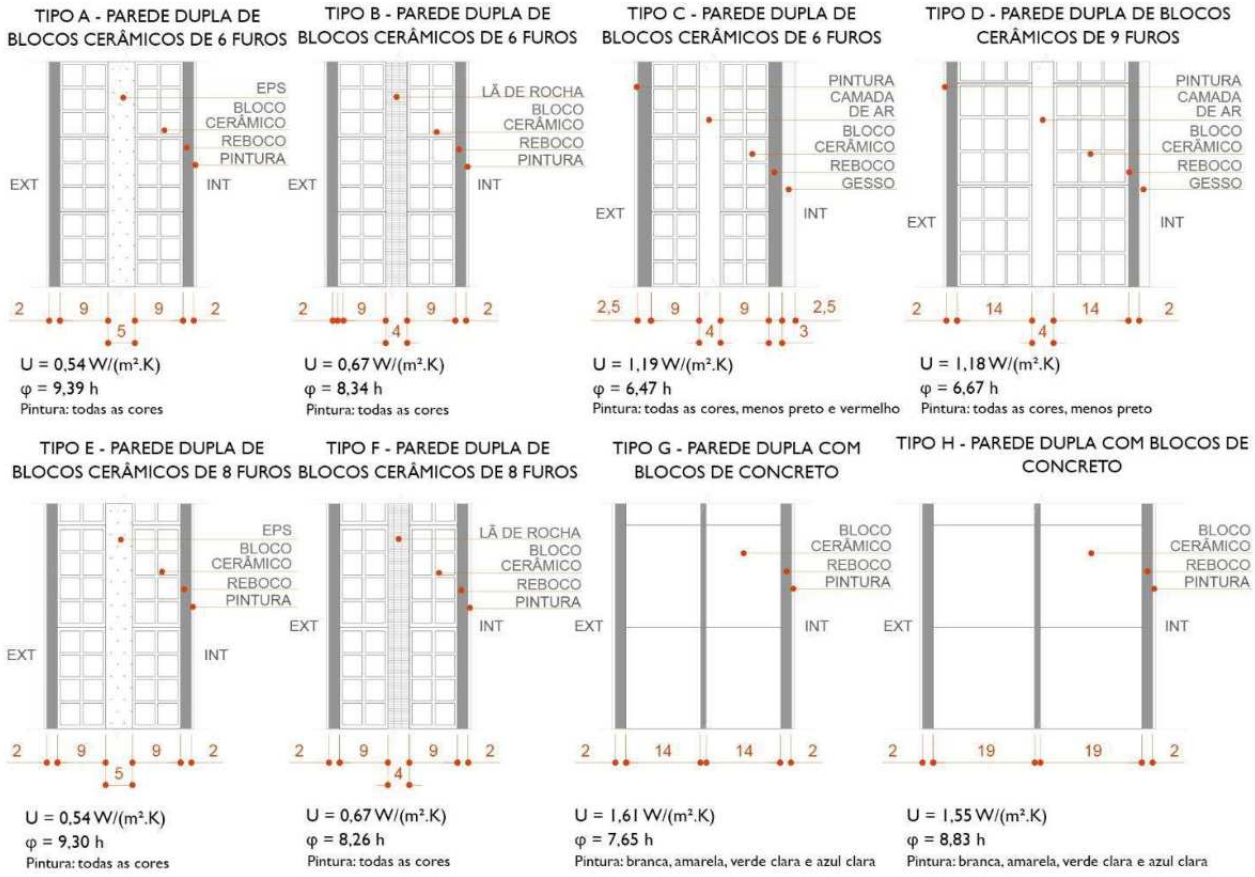


Figura 8 – Tipologias de paredes propostas. Fonte: Autor (2020).

A partir dos cálculos baseados na NBR 15220 (2005), foi possível compor 8 diferentes tipologias relacionadas às pré-existências apontadas, úteis, sobretudo, para as estratégias bioclimáticas relacionadas à inércia térmica, apresentando transmitâncias térmicas inferiores à 2,20 W/(m².K) e atraso térmico próximos de 6,5 h ou superior, como visto na **Figura 8**. Com isso, se utilizando da adição de materiais como EPS (poliestireno expandido), lã de rocha ou até uma camada de ar de 4 cm somada à uma camada de gesso de 3 cm, é possível garantir um isolamento térmico significativo frente ao calor solar incidente nas paredes.

Dessa forma, o isolamento térmico proporcionado por estas paredes duplas – provocando atraso térmico – tem como objetivo estender o tempo de transmissão do calor do ambiente externo para dentro da residência, evitando que o sol da tarde esquente demasiadamente o ambiente interno. Sendo assim, a estratégia é que uma parede com menor transmitância e maior atraso térmico possa prolongar esse período de liberação de calor, ao mesmo tempo que reduz as variações de temperatura durante o dia. Com isso, para o melhor funcionamento dessa relação de armazenamento e liberação de calor, é necessário que as paredes propostas fiquem posicionadas prioritariamente nas fachadas norte, noroeste, oeste e/ou sudoeste, sendo necessário consultar as especificidades de cada orientação das Fachadas apresentadas anteriormente. Observa-se, também, que os

Tipos A, B, E e F podem receber qualquer cor de pintura na parte exterior da residência devido aos baixos valores de transmitância térmica, afetando diretamente a porcentagem apresentada pelo Fator Solar.

5. CONCLUSÕES

A pesquisa parte do ponto de vista de que a eficiência energética nas edificações residenciais se mostra ineficiente, com uma parcela considerável relacionada ao baixo desempenho do conforto térmico. Por não tratar as características climáticas como fator determinante para o projeto arquitetônico, se vê a necessidade de retomar aspectos como temperatura, umidade, precipitação e direção dos ventos, sendo possível compreender como as estratégias bioclimáticas podem auxiliar na melhoria dos índices de conforto dentro das residências.

Ao analisar as orientações de fachadas vinculadas à incidência solar e à ventilação, é possível apreender diversos aspectos que podem colaborar no melhor bem-estar dentro do ambiente residencial, possibilitando considerações acerca do posicionamento das aberturas, dos elementos construtivos adequados e/ou necessários, da materialidade construtiva e da disposição dos diferentes cômodos na planta das habitações. É evidenciada, portanto, a importância de considerar os aspectos climáticos que afetam de forma direta e indireta as edificações, propondo soluções para problemas que poderiam ser, muitas das vezes, facilmente evitados durante a construção ou reforma de uma edificação. Por fim, é ressaltado que existem outros aspectos que interferem na eficiência energética e no conforto dos usuários, como a composição das aberturas, a cor do revestimento, a forma do edifício, as aberturas zenitais, etc.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, M. C. C. T.; CARDOSO, R. S.; "**Características do Clima Urbano em Presidente Prudente/SP a partir de dados de temperatura e umidade relativa do ar e técnicas de sensoriamento remoto"**. Revisto do Departamento de Geografia – Universidade de São Paulo, v. 28 p. 39-64, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220**: desempenho térmico de edificações: elaboração. 1. ed. Rio de Janeiro, abr. 2005.

BAGNATI, M. M..; **Zoneamento Bioclimático e Arquitetura Brasileira: qualidade do ambiente construído**. 2013. Tese (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – FAU-UFRGS, Porto Alegre, 2013.

CONZEN, M. P; CONZEN, M. R. G. "**Thinking about Urban Form: Papers on Urban Morphology, 1932-1998**". Peter Lang, Oxford; Nova York. (2004).

CONZEN. M. R. G.; ***Alnwick, Northumberland – a study in town-plan analysis***. London: *Institute of British Geographers, Publication,* 1960.

DORNELLES, K. A.; CARAM, R. M.; SICHIERI, E. P. "**Absortância solar e desempenho térmico de tintas frias para uso no envelope construtivo**", *XII Encontro Nacional e VIII Latinoamericano de Conforto no Ambiente Construído*. ENCAC/ELACAC, Brasília. 2013.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico.** 8. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2007.

LAMBERTS, R. et al. **Bioclimatologia aplicada ao projeto de edificações visando o conforto térmico**; Relatório Interno do Núcleo de Pesquisa em Construção – UFSC, fev. 1994.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R.. **Eficiência energética na Arquitetura**; Rio de Janeiro: Eletrobras/Procel, 2014.

UNITED NATIONS CONFERENCE ON ENVIRONMENT & DEVELOPMENT, 1992, Rio de Janeiro. **Agenda 21**. Rio de Janeiro: *United Nations Sustainable Development*, 1992.

ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**; São Paulo: ProEditores, 2000.

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (PROCEL). **Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábito de Uso (Ano Base 2005):** Classe Residencial – Relatório Brasil. Rio de Janeiro, jul. 2007.

OLIVEIRA, V.; MONTEIRO, C. Regiões morfológicas: a aplicabilidade de um conceito da morfologia urbana na prática de planeamento municipal. **Revista de Morfologia Urbana**, Porto, p. 37-46. 2014. Disponível em: <https://vitoroliveira.fe.up.pt/pdf/rmu-2-2-oliveira-monteiro-viewpoint.pdf/view>. Acesso em: 16 mai. 2019.

SENA, C. B.; **Análise comparativa entre o Método de Mahoney Tradicional e o Método de Mahoney Nebuloso para caracterização do clima no projeto arquitetônico**. 2004. Tese (Mestrado em Engenharia da Construção Civil e Urbana) – POLI-USP, São Paulo, 2004.

WHITEHAND, J. W. R. "**The structure of urban landscapes: strengthening research and practice**", *Urban Morphology magazine.* v.13, p.5-27. 2009.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem imensamente à FAPESP pela oportunidade da realização da pesquisa e dos recursos financeiros aplicados a esse projeto.