MANUAL INI-C

Natural Comfort



labEEE CB3E centro brasileiro de eficiência energética em edificações INMETRO PROCEL PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA ENBPar MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA GOVERNO FEDERAL BRASIL UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

Com base na Portaria nº 309/2022 do INMETRO e NTs 01 e 02

Versão Maio/2025

Empresa Brasileira de Participações em Energia Nuclear e Binacional – ENBPar / Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL

Silas Rondeau Cavalcante Silva
Diretor Presidente

Miguel da Silva Marques
Diretor de Gestão de Programas do Governo

Juliana Godoy Alves Tadeu
Superintendente do PROCEL'

George Alves Soares
Gerente de Edificações, Indústria, Comércio e Selo PROCEL

Equipe técnica:

Myrthes Marcele Farias dos Santos

Marina da Silva Garcia

Centro Brasileiro de Eficiência Energética em Edificações – CB3E – UFSC

Roberto Lamberts
Coordenador

Ana Paula Melo
Subcoordenadora

Pós-doutorandos: Greici Ramos
Letícia Gabriela Eli
Matheus Soares Geraldi
Renata De Vecchi
Rayner Maurício e Silva Machado

Doutoranda: Larissa Pereira de Souza

Mestranda: Júlia Medeiros

APRESENTAÇÃO

Este Manual faz parte de um conjunto de manuais que dão suporte à aplicação da Instruções Normativas Inmetro para a Eficiência Energética de Edificações (INIs) e dos Requisitos de Avaliação da Conformidade (RAC), publicados a partir da Portaria Inmetro n° 309 de 6 de setembro de 2022 (Portaria 309/22). Esta versão do Manual está em consonância com as alterações da Portaria 309/22 determinadas pelas Notas Técnicas 01 e 02.

Na Portaria 309/2022 são apresentados quatro anexos:

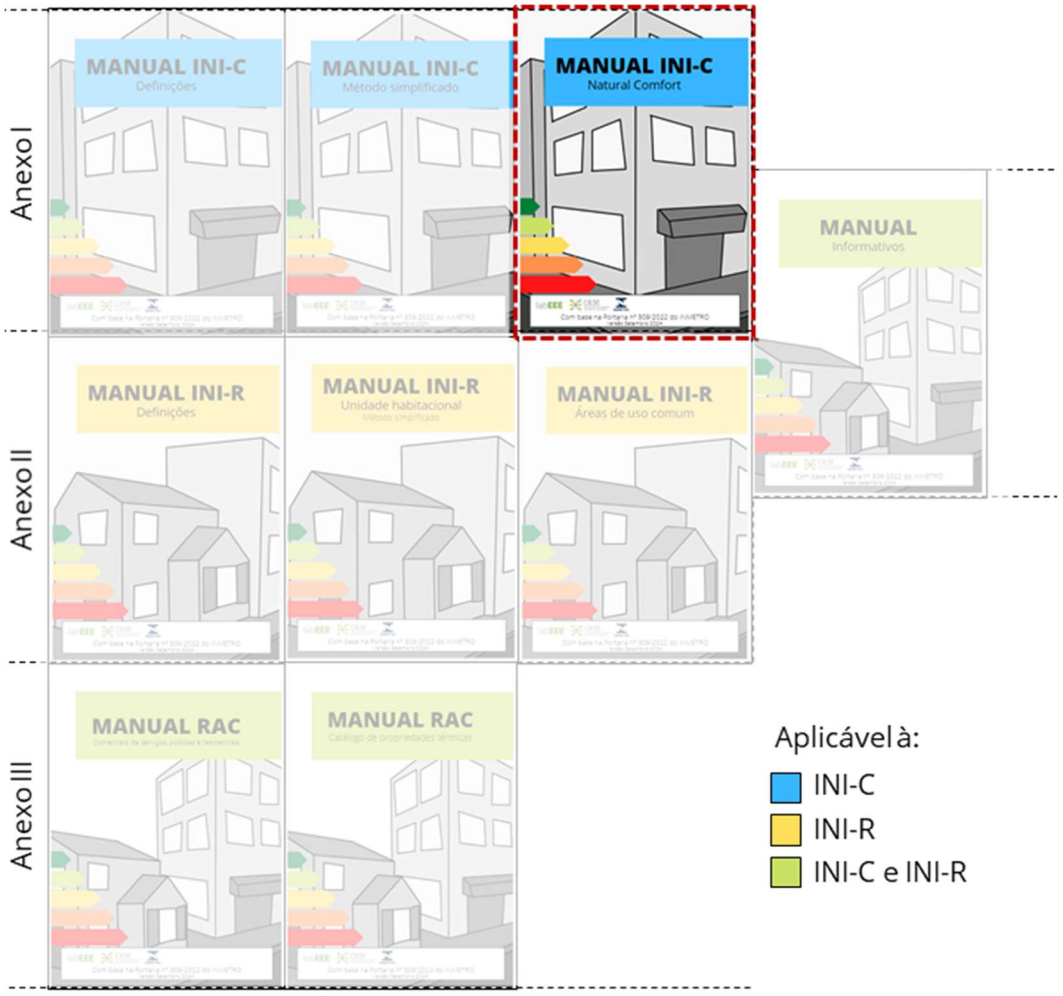
- Anexo I: Instrução Normativa Inmetro para a Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (**INI-C**);
- Anexo II: Instrução Normativa Inmetro para a Eficiência Energética de Edificações Residenciais (**INI-R**);
- Anexo III: Requisitos de Avaliação da Conformidade para a Eficiência Energética das Edificações (**RAC**);
- Anexo IV: Selo de Identificação da Conformidade – Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (**ENCE**)

Cada Anexo possui seus manuais de aplicação, divididos segundo as definições e os métodos de avaliação. Este Manual faz parte do conjunto de manuais de aplicação da INI-C, e aborda a ferramenta para edificações ventiladas naturalmente, o Natural Comfort, disponível em <pbeedifica.com.br/naturalcomfort>, aplicável às edificações educacionais ou de escritórios, e que atendem aos critérios descritos no item 6.2 da INI-C. Neste manual são apresentadas as definições por capítulos, junto com exemplos de aplicação.

As definições da **INI-C**, **INI-R** e **RAC** estão também disponíveis em um manual *online* interativo, em que os usuários podem navegar explorando exemplos e visualizando as ilustrações, por meio do link <pbeedifica.com.br/inicmanuais_interativo>.

Na Figura 1 é ilustrado o conjunto de manuais e suas aplicações, com ênfase no presente documento.

Figura 1 – Conjunto de manuais



O Natural Comfort é uma ferramenta que fornece informações sobre as condições necessárias para promover conforto térmico em edifícios comerciais (escritórios) e educacionais (escolas) levando em consideração o aproveitamento da ventilação natural. A ferramenta calcula o percentual de horas excedentes em calor (*exceedance hour fraction: hot*) – EHF_{hot} de acordo com o método de conforto adaptativo publicado pela ASHRAE 55 em 2017, e para 80% de satisfação entre os ocupantes. Para isso, é necessário inserir os parâmetros que definem a edificação.

A compreensão qualitativa da ferramenta foi desenvolvida por meio de análises de impacto e de sensibilidade oriundas de resultados de simulações energéticas, apresentadas por Rackes; Melo; Lamberts (2016). Assim, um dos objetivos centrais deste documento consiste em otimizar o processo de preenchimento dos inputs da ferramenta pelos usuários.

A ferramenta Natural Comfort possui restrições quanto à sua aplicabilidade. Conforme mencionado anteriormente, a ferramenta deve ser utilizada apenas nos casos em que se avaliam os edifícios de escritórios ou educacionais, que operam com o uso da ventilação natural. Além disso, os parâmetros de entrada também possuem limites mínimos e máximos a serem considerados na aplicação. Ou seja, caso a edificação possua algum parâmetro que ultrapasse o limite máximo

ou não alcance o limite mínimo, de acordo com a Tabela 1 e demais limites de tolerâncias estabelecidos no RAC, o uso da ferramenta deve ser reavaliado. Na Tabela 1, extraída do **item 6.2** da INI-C, são apresentados estes limites. É importante destacar que além dos limites da Tabela 1, a edificação analisada deve: i) ter formato quadrado ou retangular; ii) ter os horários de ocupação conforme as tabelas do Anexo A da INI-C para a tipologia analisada; iii) possuir espaços internos com divisão e metragem quadrada similares entre si; e, iv) todas as áreas de permanência prolongada devem ter aberturas para ventilação.

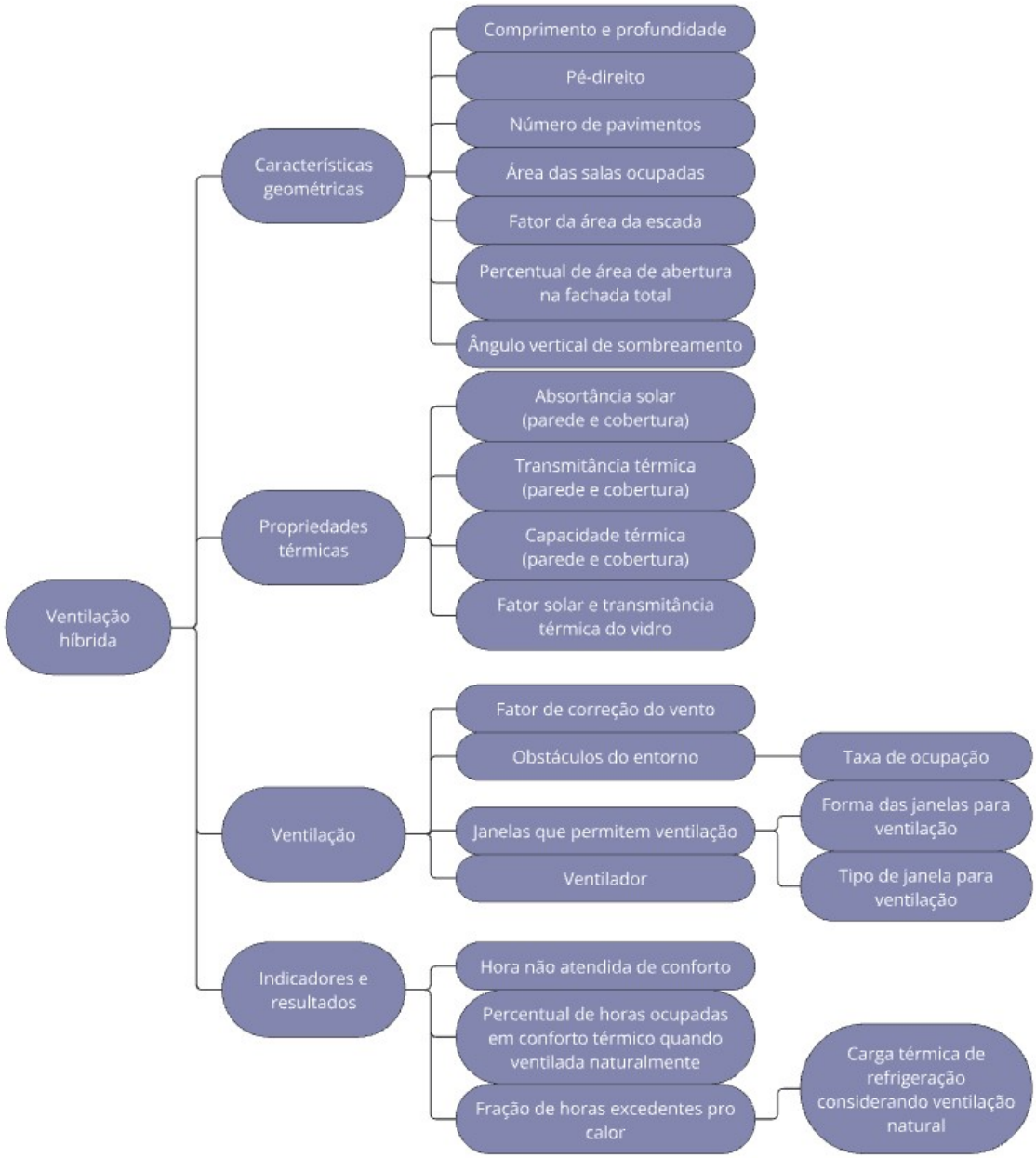
Tabela 1 – Limites de aplicação da ferramenta Natural Comfort, com base no item 6.2 da INI-C

Parâmetros de entrada	Mínimo	Máximo
Comprimento total (m)	13	200
Profundidade total (m)	8	50
Pé-direito (m)	2,75	4,25
Número de pavimentos (adimensional)	1	5
Área das salas ocupadas (m^2)	9	400
Fator da área da escada (adimensional)	0,00	0,28
PAFt (percentual de área de abertura total da fachada) (absoluto)	0,05	0,70
Ângulo vertical de sombreamento (°)	0	45
Absortância solar da parede (adimensional)	0,2	0,8
Transmitância térmica da parede (W/(m^2.K))	0,1	5,0
Capacidade térmica da parede (KJ/(m^2.K))	40	500
Absortância solar da cobertura (adimensional)	0,2	0,8
Transmitância térmica da cobertura (W/(m^2.K))	0,1	5,0
Capacidade térmica da cobertura (KJ/(m^2.K))	10	400
Fator solar do vidro (adimensional)	0,2	0,8*
Transmitância térmica do vidro (W/(m^2.K))	1	6
Fator de correção do vento	Quatro opções	
Obstáculos do entorno	Cinco opções	
Forma das janelas para ventilação (adimensional)	0,1	50,0
Tipo de janela para ventilação	Correr ou basculante	
Ventilador	Com ou sem	

**Se o vidro tiver fator solar superior à 0,8, pode-se considerar o valor limite superior da rede (0,8) para a avaliação.*

A avaliação de um edifício quanto ao seu potencial de aproveitamento de ventilação natural se dá por meio de levantamento das características geométricas e das propriedades térmicas do edifício e das características de ventilação do local e do edifício. Na Figura 2 são apresentados os dados de entrada e as definições relacionadas à avaliação. Neste manual será utilizado um edifício exemplo para a ilustrar o levantamento destas definições.

Figura 2 – Parâmetros de entrada e indicadores para a avaliação do potencial de aproveitamento da ventilação natural



Sumário

APRESENTAÇÃO ***2***
1.EDIFÍCIO EXEMPLO ***6***
2.CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS ***8***
2.1. COMPRIMENTO E PROFUNDIDADE TOTAL 8
2.2. PÉ-DIREITO 8
2.3. NÚMERO DE PAVIMENTOS 9
2.4. ÁREA DAS SALAS OCUPADAS 9
2.5. FATOR DA ÁREA DA ESCADA 10
2.6. PERCENTUAL DE ÁREA DE ABERTURA TOTAL DA FACHADA (PAF_T) 11
2.7. ÂNGULO VERTICAL DE SOMBREAMENTO 13
3.PROPRIEDADES TÉRMICAS ***14***
3.1. ABSORTÂNCIA SOLAR DA PAREDE E DA COBERTURA 14
3.2. TRANSMITÂNCIA TÉRMICA DA PAREDE E DA COBERTURA 14
3.3. CAPACIDADE TÉRMICA DA PAREDE E DA COBERTURA 15
3.4. FATOR SOLAR DO VIDRO E TRANSMITÂNCIA TÉRMICA 15
4.VENTILAÇÃO ***15***
4.1. FATOR DE CORREÇÃO DO VENTO 15
4.2. OBSTÁCULOS DO ENTORNO 16
4.3. JANELAS QUE PERMITEM VENTILAÇÃO 18
4.4. VENTILADOR 19
5.INDICADORES E RESULTADOS ***19***
5.1. HORA NÃO ATENDIDA DE CONFORTO 19
5.2. PERCENTUAL DE HORAS OCUPADAS EM CONFORTO TÉRMICO QUANDO VENTILADA NATURALMENTE (PHOCT) 20
5.3. FRAÇÃO DE HORAS EXCEDENTES POR CALOR 20
REFERÊNCIAS ***21***

1. Edifício exemplo

O exemplo deste manual é um edifício de escritórios, de cinco pavimentos similares em planta, pé-direito, percentual de abertura e elementos de sombreamento. Este tem a forma quadrada, de 15 m por 15 m, cada pavimento tem o pé-direito de 2,80 m. Na Figura 3 é apresentado o edifício tridimensionalmente, na Figura 4 a planta baixa de um pavimento tipo, e na Figura 5 o corte de um dos pavimentos.

Figura 3 – Representação tridimensional do edifício exemplo

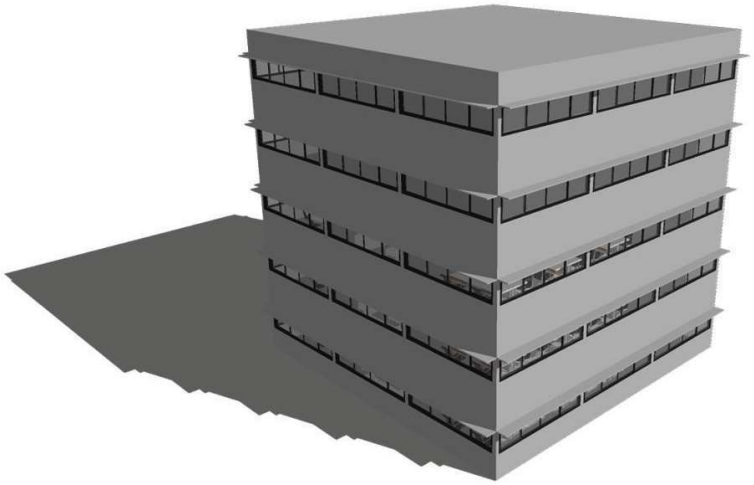
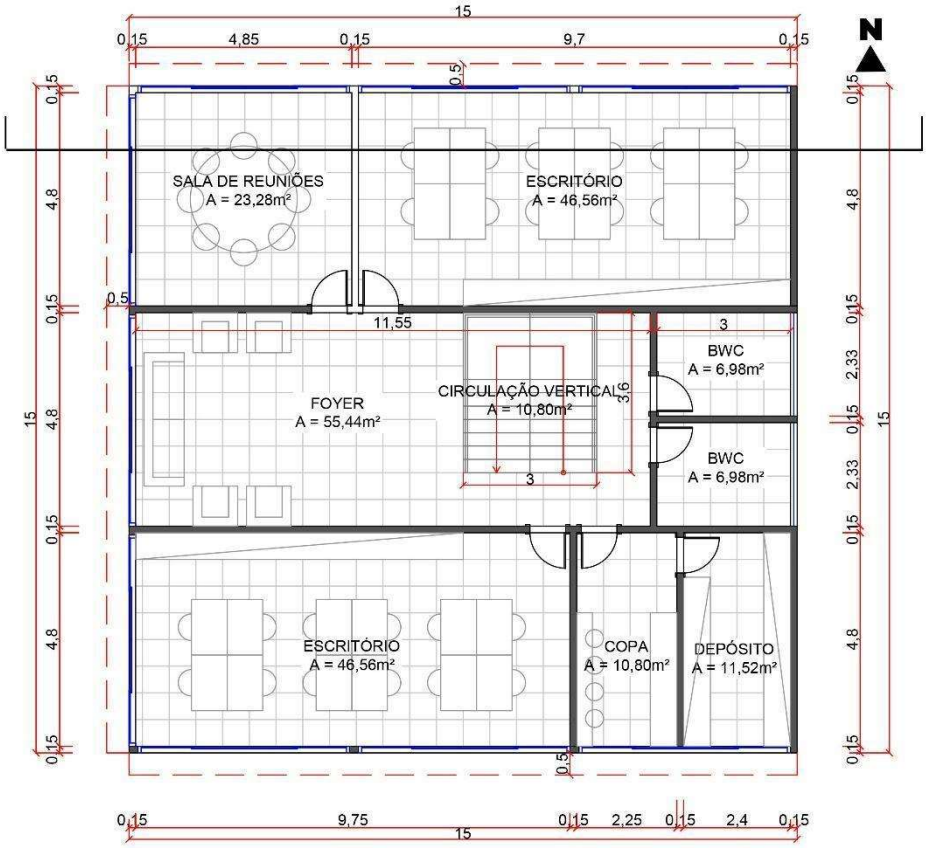
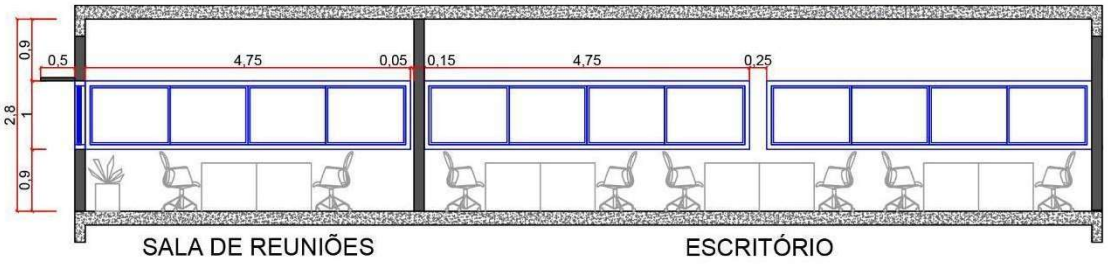


Figura 4 – Planta baixa de um pavimento do edifício exemplo



Publicado em maio/2025

Figura 5 – Corte esquemático de um pavimento do edifício exemplo



A ferramenta apresenta um banco de dados com 411 cidades. Este banco de dados possui as seguintes informações geográficas e climáticas de cada localização: latitude (°), longitude (°), altitude (m), temperatura média anual (°C), amplitude térmica mensal (°C), amplitude térmica anual (°C), Graus-dia de resfriamento com temperatura base de 18 °C, Graus-dia de resfriamento com temperatura base de 25 °C, radiação solar direta média anual (W/m^2), radiação solar difusa média anual (W/m^2) e velocidade dos ventos média anual (m/s).

As cidades escolhidas para exemplo resolvido foram Belo Horizonte (MG), Cuiabá (MT), São Paulo (SP), Manaus (AM) e Porto Alegre (RS).

2. Características geométricas

2.1. Comprimento e profundidade total

O comprimento é a maior dimensão entre os lados da edificação e a profundidade é a menor dimensão entre os lados da edificação.

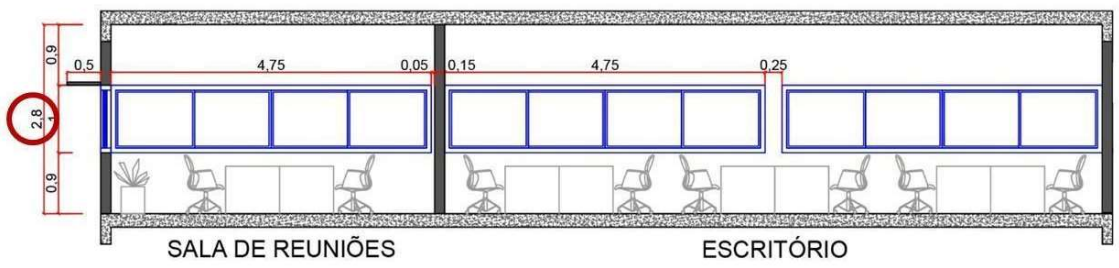
O comprimento e a profundidade do edifício exemplo é de 15 m, como apresentado na planta baixa.

2.2. Pé-direito

É a distância vertical entre o piso e o teto ou forro (parte inferior). Deve ser o valor do pé-direito das salas ocupadas do edifício, e caso sejam diferentes para cada sala, deve-se calcular o pé-direito médio pela média ponderada.

O pé-direito do edifício exemplo é de 2,8 m, como esboçado na Figura 6.

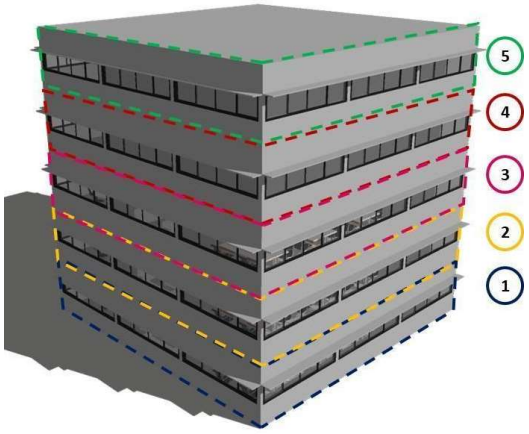
Figura 6 – Pé direito do edifício exemplo



2.3. Número de pavimentos

É o número de pavimentos que o edifício possui. O edifício exemplo possui 5 pavimentos, como mostrado na Figura 7.

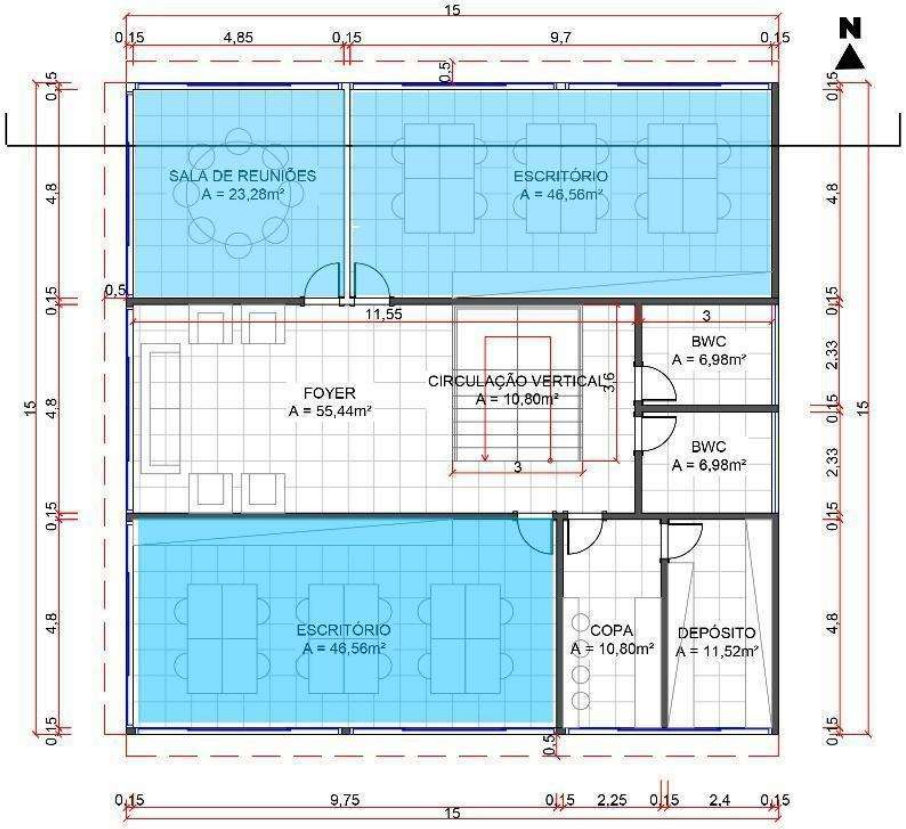
Figura 7 – Número de pavimentos do edifício exemplo



2.4. Área das salas ocupadas

É o cálculo da área média das salas ocupadas, desconsiderando banheiros, depósitos e cozinhas. No edifício exemplo há três salas ocupadas por andar: dois escritórios e uma sala de reuniões. Consideram-se essas três para o cálculo da média de área, conforme a Figura 8.

Figura 8 – Salas ocupadas no edifício exemplo



Sala de reuniões: 23,28 m²

Escritório 1: 46,56 m²

Escritório 2: 46,56 m²

Área das salas ocupadas = (23,28 + 46,56 + 46,56) / 3

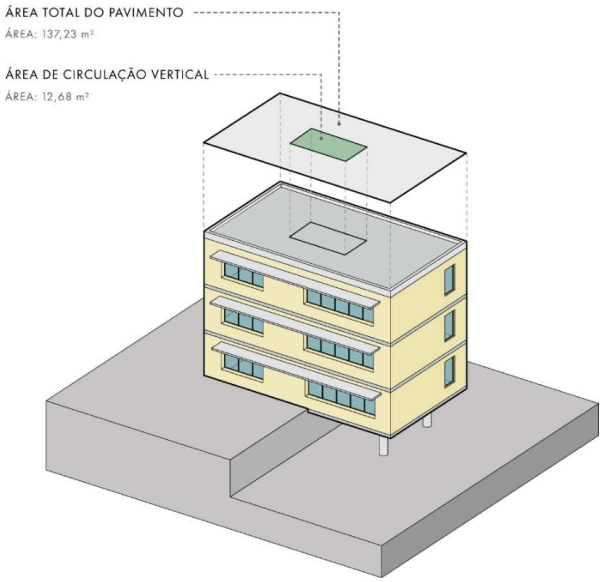
Área das salas ocupadas = 38,8 m²

2.5. Fator da área da escada

É a relação entre a área de circulação vertical e a área total do edifício, que gera a fração total da área do edifício destinada às escadas. Não deve ser considerada para o cálculo a área relativa às escadas enclausuradas.

Na Figura 9 é apresentado o exemplo de um edifício com área de circulação vertical de 12,68 m² e área total do pavimento de 137,23 m².

Figura 9 – Relação entre área da circulação vertical e área do pavimento



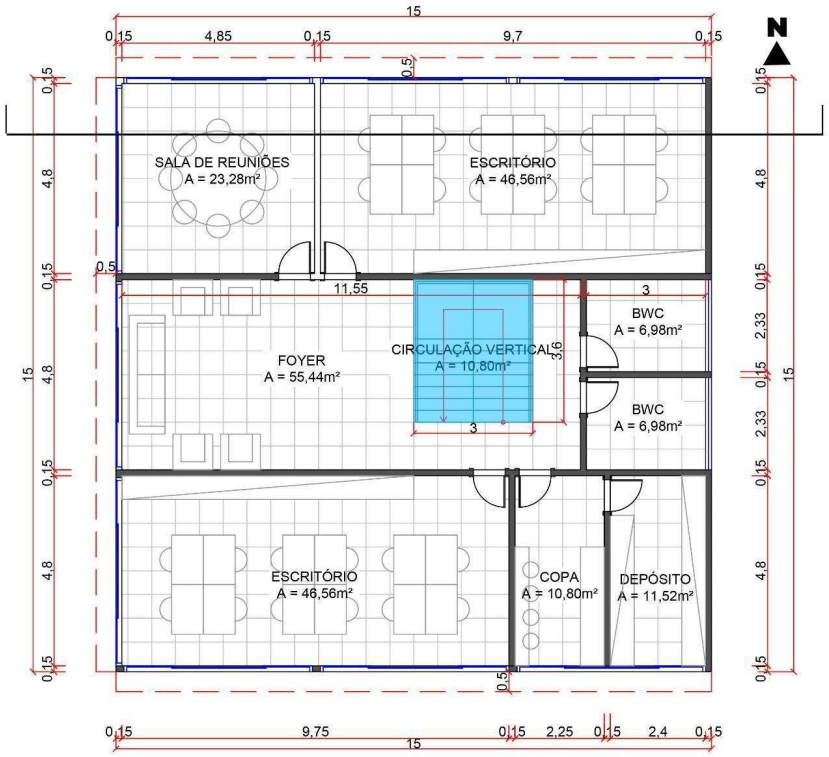
Fator da área da escada = Área da escada / Área total do pavimento

Fator da área da escada = 12,68 m² / 137,23 m²

Fator da área da escada = 0,09

Na Figura 10 é apresentado o levantamento da área de circulação vertical para determinar o fator de área de escada.

Figura 10 – Área da circulação vertical do edifício exemplo



A área de circulação por pavimento é de 10,80 m² e a área total do pavimento é de 225 m². Sendo assim, o fator de área da escada será:

Fator da área da escada = 10,80 m² / 225 m²

Fator da área da escada = 0,05

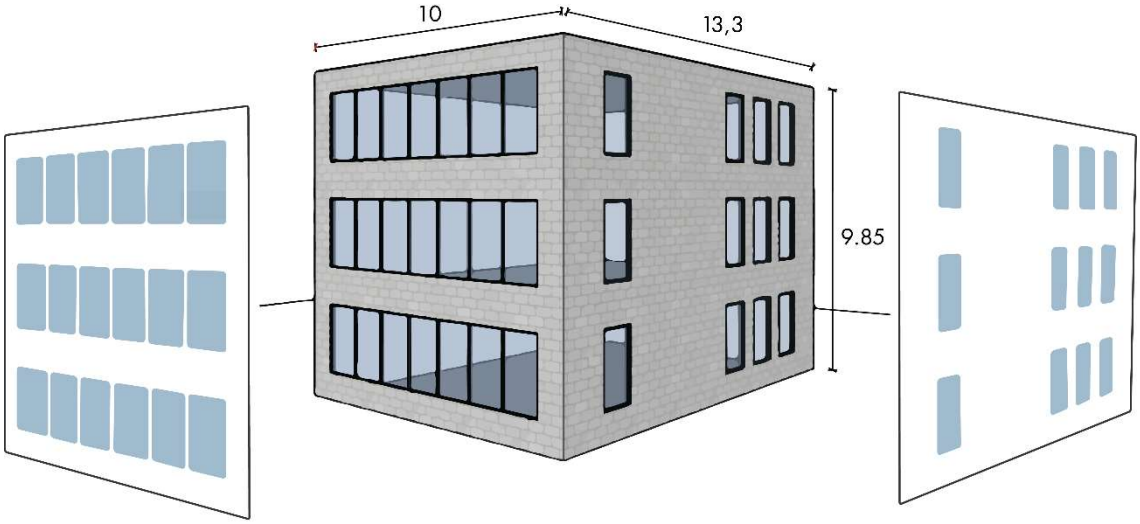
Todos os pavimentos são semelhantes no edifício exemplo, e por isso, levantar as áreas de escada e a área total de apenas um pavimento foi suficiente. Caso o edifício possua mais escadas, ou escadas de diferentes áreas por pavimento, é necessário fazer este cálculo considerando as áreas totais do edifício.

2.6. Percentual de área de abertura total da fachada (PAF_T)

É a razão entre a soma das áreas de abertura envidraçada, ou com fechamento transparente ou translúcido, de cada fachada e a área total de fachada da edificação. Refere-se exclusivamente às aberturas com inclinação superior a 60° em relação ao plano horizontal.

O percentual de abertura da fachada total é realizado a partir das medidas externas da fachada da edificação. Na Figura 11 representam-se as fachadas leste e norte para o posterior cálculo do PAF_T. Neste exemplo, a fachada oeste é idêntica à fachada leste, e a fachada sul é idêntica à norte. A área de vidro de cada janela da fachada leste/oeste é de 3 m² e da fachada norte/sul é de 2 m². Sendo assim:

Figura 11 – Exemplo de levantamento para o cálculo do PAF_T



Área fachada norte = Área fachada sul = 13,3 m · 9,85 m

Área fachada norte = Área fachada sul = 131,005 m^2

Área fachada norte e sul = 262,01 m^2

$A_{ab\ norte} = A_{ab\ sul} = 12 \cdot 2\ m^2$

$A_{ab\ norte} = A_{ab\ sul} = 24\ m^2$

$A_{ab\ norte\ e\ sul} = 48\ m^2$

Área fachada leste = Área fachada oeste = 10 m · 9,85 m

Área fachada leste = Área fachada oeste = 98,5 m^2

Área fachada leste e oeste = 197 m^2

$A_{ab\ leste} = A_{ab\ oeste} = 18 \cdot 3\ m^2$

$A_{ab\ leste} = A_{ab\ oeste} = 54\ m^2$

$A_{ab\ leste\ e\ oeste} = 108\ m^2$

$PAF_T = A_{ab\ total}/A_{fachada\ total}$

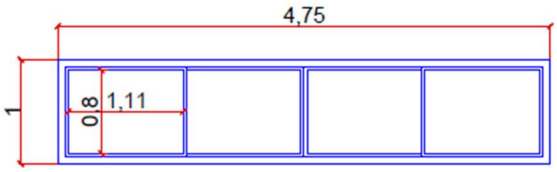
$PAF_T = (48\ m^2 + 108\ m^2) / (197\ m^2 + 262{,}01\ m^2)$

$PAF_T = 158\ m^2 / 459{,}01\ m^2$

$PAF_T = 0{,}34$

O edifício exemplo possui 5 pavimentos e cada pavimento possui 9 janelas iguais. As janelas possuem 4,75 metros de largura por 1 metro de altura. Porém, cada folha de vidro tem dimensões de 0,80 m por 1,11 m, e cada janela contém 4 folhas de vidro, conforme mostrado na Figura 12.

Figura 12 – Detalhe da janela



Área de uma folha = 1,11 m · 0,80 m

Área de uma folha = 0,89 m²

Área de vidro da janela = 4 · área de uma folha

Área de vidro da janela = 3,56 m²

Área de vidro do edifício = 5 pavimentos · 9 janelas · 3,56 m²

Área de vidro do edifício = 160,20 m²

A altura do edifício é de 14,6 m (5 pavimentos com o pé-direito de 2,8 m, e 6 lajes de 0,10 m de espessura). Logo, calcula-se a área de vidro de uma janela primeiro:

Área de fachada = altura do edifício · (2 · profundidade total + 2 · comprimento total)

Área de fachada = 14,6 m · (2 · 15 m + 2 · 15 m)

Área de fachada (5pav) = 876 m²

PAF_T = Área de vidro/área de fachada

PAF_T = 160,20 m² / 876 m²

PAF_T = 0,18

2.7. Ângulo vertical de sombreamento

O ângulo resultante do edifício deve ser calculado a partir da média ponderada de ângulos de sombreamento vertical de todas as janelas do edifício. Este ângulo é formado no plano vertical (em corte) de elementos de sombreamento horizontais.

Todas as janelas do edifício exemplo possuem um elemento de sombreamento de 0,5 m de profundidade, e a distância vertical do elemento de sombreamento até o ponto inferior da superfície externa do elemento transparente é de 0,90 m.

Calcula-se a tangente do AVS:

$$\tan\theta = \text{profundidade do brise} / \text{altura da janela}$$

$$\tan\theta = 60 / 90$$

$$\tan\theta = 0{,}67$$

$$\boldsymbol{\theta = AVS = 34°}$$

Arredonda-se o valor para 30°, considerando que os valores que podem ser selecionados são 0°, 15°, 30°, 45°.

Caso haja diferentes ângulos verticais de sombreamento nas janelas do edifício, deve-se calcular o ângulo de sombreamento resultante por meio de média ponderada pela área de elemento transparente.

Os ângulos horizontais de sombreamento e ângulos de obstrução vizinha não são parâmetros de entrada para a avaliação do potencial de aproveitamento da ventilação natural.

3. Propriedades térmicas

No catálogo de propriedades térmicas de paredes, coberturas e vidros são apresentados alguns exemplos de componentes construtivos e tintas, disponível em <pbeedifica.com.br/racmanuais>. O Manual de Definições da INI-C apresenta o levantamento das propriedades térmicas, disponível em <pbeedifica.com.br/inicmanuais>.

3.1. Absortância solar da parede e da cobertura

Deve-se calcular a absortância solar média de todas as paredes externas do edifício por ponderação pela área de parede externa, quando existir mais de uma cor nas paredes externas.

Nas paredes externas do edifício exemplo considerou-se a pintura com tinta acrílica fosca da cor jade, com absortância de 52,3%, ou 0,52.

O mesmo deve ser realizado para as superfícies da cobertura, quando existir mais de uma cor na cobertura.

Para a cobertura do edifício exemplo considerou-se a telha tipo americana esmaltada na cor grafite, de absortância 0,78, com base na Biblioteca de Absortância de Telhas (DORNELLES, 2021).

3.2. Transmitância térmica da parede e da cobertura

É a transmitância térmica média das paredes externas, calculada por ponderação pela área de cada componente de parede, quando existir mais de um componente.

No exemplo, todas as paredes externas são executadas com o mesmo componente construtivo, de transmitância térmica equivalente a 2,27 W/(m^2.K).

O mesmo deve ser realizado para as superfícies da cobertura, quando existir mais de um componente construtivo na cobertura.

Para o edifício exemplo, considerou-se uma cobertura com a transmitância térmica equivalente a 2,13 W/(m².K).

3.3. Capacidade térmica da parede e da cobertura

É a capacidade térmica média das paredes externas, calculada por ponderação pela área de cada componente de parede, quando existir mais de um componente.

No exemplo, todas as paredes externas são executadas com o mesmo componente construtivo, de capacidade térmica equivalente a 150 kJ/(m².K).

O mesmo deve ser realizado para as superfícies da cobertura, quando existir mais de um componente construtivo na cobertura.

Para o edifício exemplo, considerou-se uma cobertura com a capacidade térmica equivalente a 233 kJ/(m².K).

3.4. Fator solar do vidro e transmitância térmica

Deve-se considerar o fator solar médio e a transmitância térmica média dos vidros do edifício completo, calculado por meio de média ponderada pela área.

Considerou-se que a edificação exemplo é composta por vidro de fator solar equivalente 0,8 e de transmitância térmica equivalente a 5,7 W/(m².K).

4. Ventilação

4.1. Fator de correção do vento

Trata-se do fator de correção da velocidade do ar externa, levando em consideração o entorno de implantação da edificação. Este parâmetro define o adensamento do entorno da edificação e classifica em quatro categorias, sendo estas:

- Centros urbanos

São os grandes centros urbanos, onde pelo menos 50% das edificações têm altura superior a 25 metros, por uma distância de pelo menos 0,8 km ou 10 vezes a altura da estrutura (o maior entre os dois valores);

- Áreas urbanas, suburbanas, industriais ou florestas

São as áreas urbanas e suburbanas, áreas florestadas, ou outros terrenos com obstruções separadas proximamente;

- Áreas rurais planas

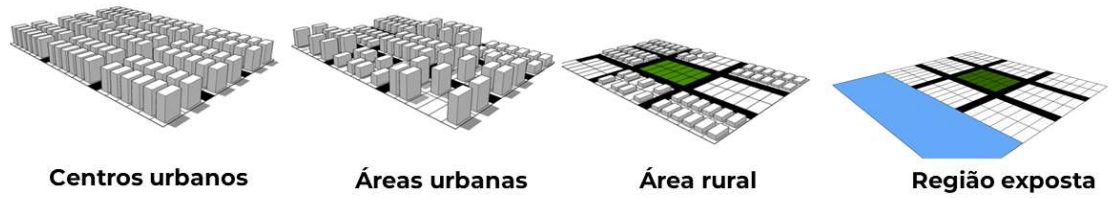
Consiste em um terreno aberto com obstruções espalhadas de alturas inferiores a 9 metros, incluindo terrenos planos típicos de estações meteorológicas;

- Regiões expostas a ventos vindos do oceano

São áreas planas, sem obstruções expostas aos ventos fluindo sobre a água por pelo menos 1,6 km, a uma distância de 460 metros ou 10 vezes a altura da estrutura (o maior entre os dois valores).

Na Figura 13 são ilustradas estas quatro opções.

Figura 13 – Fator de correção do vento



No edifício exemplo considerou-se que a edificação está localizada em um bairro adensado da cidade, de característica similar aos “Centros Urbanos”.

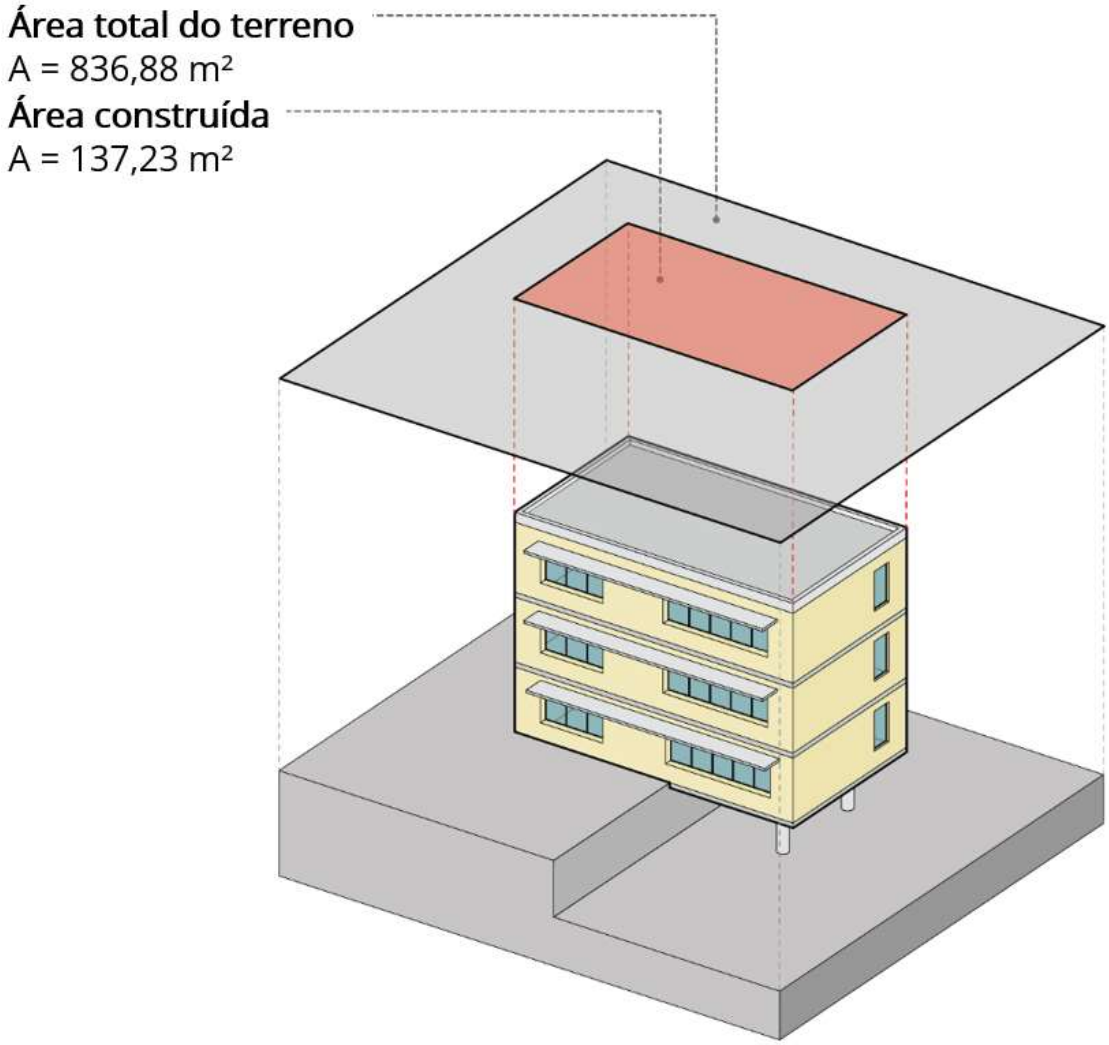
4.2. Obstáculos do entorno

Os obstáculos relativos ao entorno da edificação devem ser definidos em função da taxa de ocupação (TO) do local onde a edificação se encontra. A taxa de ocupação pode ser definida por meio de cálculo, devendo-se neste caso considerar todos os obstáculos que estão contidos dentro de 2 vezes a altura da edificação de interesse; ou, determinada a partir do plano diretor da cidade em que a edificação se encontra, quando existente.

- Taxa de ocupação (TO)

Consiste na relação percentual entre a projeção horizontal da área construída e a área do terreno em que se implanta a edificação. Na Figura 14 é apresentado o exemplo de levantamento, e após calcula-se a taxa de ocupação.

Figura 14 – Relação entre área do terreno e área construída



$$TO = A_{construída} / A_{terreno}$$

$$TO = 137{,}23\ m^2 / 836{,}88\ m^2$$

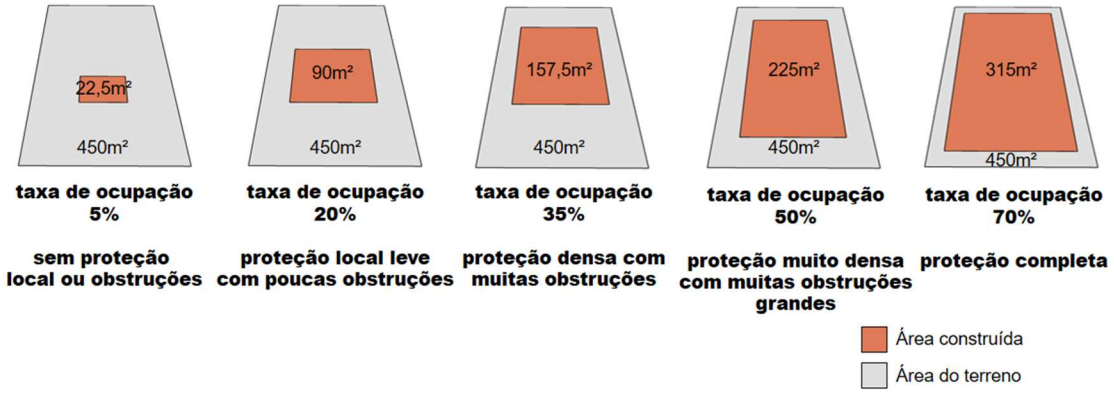
TO = 16,4%

Com base na taxa de ocupação, tem-se cinco classificações de obstáculos do entorno da edificação. São estas:

- Sem proteção local ou obstruções: para TO ≤ 5%;
- Proteção local leve com poucas obstruções: para 5% < TO ≤ 20%;
- Proteção densa com muitas obstruções: para: 20% < TO ≤ 35%;
- Proteção muito densa com muitas obstruções grandes: para 35% < TO ≤ 50%;
- Proteção completa: TO > 50%.

Na Figura 15 são apresentadas estas classificações de obstáculos de entorno.

Figura 15 – Diferenciação de taxas de ocupação por classificação de entorno



No edifício exemplo considerou-se que, por estar em um local adensado, com grandes edifícios no entorno imediato, os obstáculos do entorno correspondem à opção “Proteção densa com muitas obstruções”.

4.3. Janelas que permitem ventilação

São as janelas que possuem a possibilidade de ventilação por meio da passagem de ar. As janelas de correr podem ter duas ou mais folhas que se movimentam no sentido da parede na qual está localizada. Já as janelas basculantes abrem no sentido perpendicular à parede, e possuem eixo de rotação na parte superior da janela.

As janelas podem ou não possuir um percentual de sua área que permite a passagem de ar para ventilação natural. Dependendo do tipo de janela, estes percentuais variam. Em janelas de correr, esse percentual pode variar dependendo da estrutura e do número de folhas. Em casos mais comuns de duas e quatro folhas, o percentual da abertura que permite a passagem de ar é, geralmente, equivalente a 40% da área. Já em janelas com abertura do tipo basculante, o percentual total permitido para ventilação é de 70%, quando esta é inteiramente basculante.

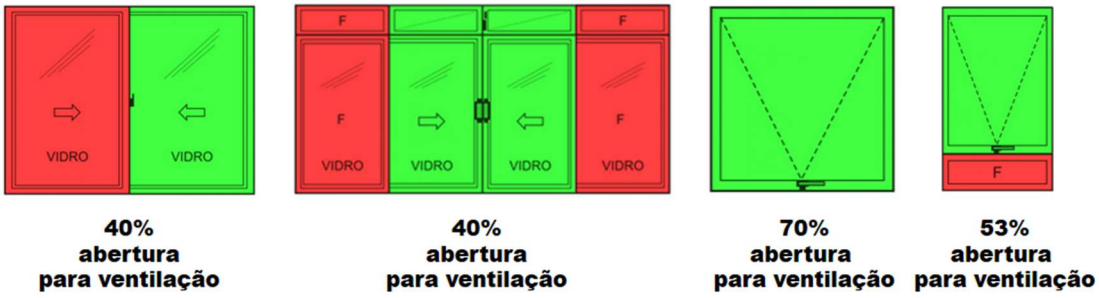
- Tipo de janela para ventilação

Os tipos de janela considerados pelo Natural Comfort são dois: basculante e de correr. Nesses casos, o percentual de abertura é pré-estabelecido como 40% para as janelas de correr e 70% para as janelas basculante.

Nota: Janelas “de abrir” não são consideradas nesta ferramenta, e, portanto, devem ser avaliadas por meio de simulação. As janelas de abrir, geralmente, permitem maior percentual de abertura para a ventilação, e apesar de também abrirem perpendicularmente à parede, o eixo de abertura está na vertical, e se dá nas laterais da janela.

Na Figura 16 são apresentados exemplos de janelas de correr e de janelas basculantes.

Figura 16 – Exemplos de diferentes aberturas para ventilação



No edifício exemplo, todas as janelas são de correr com 4 folhas, nas quais somente duas folhas (metade) se abrem. Como todas as janelas são iguais, o tipo de janela é o mesmo para o edifício inteiro.

- Forma das janelas para ventilação

É a relação entre a largura e a altura das janelas que permitem ventilação no edifício. Deve-se considerar a dimensão total da janela, considerando os caixilhos.

Conforme apresentado na Figura 16, as dimensões das aberturas da edificação exemplo se repetem em todos os ambientes. Tem-se que a largura da janela é de 4,75 m e a altura da janela é de 1,00 m, visto que se consideram os caixilhos neste levantamento.

Calcula-se:

Forma das janelas para ventilação = largura da janela / altura da janela

Forma das janelas para ventilação = 4,75 m / 1,00 m

Forma das janelas para ventilação = 4,75

4.4. Ventilador

O ventilador é um equipamento que auxilia no incremento da velocidade do ar interno. Para este parâmetro de entrada, devem ser considerados somente os ventiladores de teto.

No edifício exemplo não há ventiladores de teto.

5. Indicadores e resultados

5.1. Hora não atendida de conforto

Horas na qual a temperatura de uma ou mais zonas térmicas condicionadas artificialmente não atingem o valor do seu respectivo setpoint ± 0,2 °C, durante o processo de simulação. O valor pode ser fracionário de acordo com o intervalo de tempo empregado na simulação.

5.2. Percentual de horas ocupadas em conforto térmico quando ventilada naturalmente (PHOCT)

É a razão entre as horas ocupadas que comprovadamente atendem aos requisitos de conforto térmico quando ventiladas naturalmente e o total de horas ocupadas da edificação.

5.3. Fração de horas excedentes por calor

A interface do Natural Comfort gera resultados de Fração de Horas Excedentes por Calor (FHDesc) e em percentual EHFhot (%).

Na aplicação do edifício exemplo, e para os diferentes climas considerados, a interface do metamodelo estimou que, para Manaus e Cuiabá, 97% e 94% das horas ocupadas na edificação, respectivamente, não atendem aos requisitos de conforto térmico de acordo com o método de conforto adaptativo da ASHRAE 55 (2017) para 80% de satisfação entre os ocupantes. Já em Porto Alegre e Belo Horizonte, esse limite é ultrapassado em 32% e 41% das horas, respectivamente. E em São Paulo, esse limite é ultrapassado em 16% das horas.

SÃO PAULO = 16% ou 0,16

PORTO ALEGRE = 32% ou 0,32

BELO HORIZONTE = 41% ou 0,41

MANAUS = 97% ou 0,97

CUIABÁ = 94% ou 0,94

- Carga térmica de resfriamento considerando ventilação natural

Com base na avaliação da envoltória pelo método simplificado da INI-C, tem-se o resultado de carga térmica de resfriamento do edifício exemplo. Para considerar a ventilação natural, multiplica-se o valor referente à fração de horas excedentes por calor pela carga térmica total, e obtém-se o número de horas em que o sistema de condicionamento de ar será necessário. Na Tabela 2 são apresentados estes resultados.

Tabela 2 – Resultados de carga térmica para as cidades e a redução para escritórios

Cidade	Carga Térmica sem considerar ventilação natural (kWh/ano)	FHDesc	Carga Térmica considerando ventilação natural (kWh/ano)
São Paulo	40.905,00	0,16	6.544,80
Porto Alegre	56182,00	0,32	17.978,24
Belo Horizonte	75182,00	0,41	30.824,62

Manaus	164089,00	0,97	159.166,30
Cuiabá	139954,00	0,94	131.556,80

A partir dos resultados encontrados, pode-se classificar a envoltória da edificação pelo método simplificado da INI-C.

Referências

DORNELLES, K. A. **Biblioteca de absortância de telhas: base de dados para análise de desempenho termoenergético de edifícios**. [s.l.] Universidade de São Paulo. Instituto de Arquitetura e Urbanismo de São Carlos, 2021.

RACKES, A.; MELO, A. P.; LAMBERTS, R. Naturally comfortable and sustainable: Informed design guidance and performance labeling for passive commercial buildings in hot climates. **Applied Energy**, v. 174, p. 256–274, jul. 2016.