

# **HABITABILIDADE EM PROJETOS DE INTERESSE SOCIAL:**

**ESTRATÉGIAS PARA CONFORTO TÉRMICO**

---

**Habitarabilidade em Projetos de Interesse Social:  
Estratégias para Conforto Térmico**

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo  
Universidade de São Paulo  
Trabalho final de graduação

Vívian Siqueira Madi  
Orientação: Roberta Consentino Kronka Mülfarth

julho de 2022

## AGRADECIMENTOS

---

À Roberta, pela confiança e incentivo constantes na orientação  
deste trabalho.

À Nathália, por aceitar ler e discutir essas inquietações, integrando  
a banca de graduação.

À Denise, que me acompanhou como orientadora e professora no  
meu amadurecimento como pesquisadora e por ser agora parte desse  
fechamento de ciclo.

Aos meus pais, por todas as oportunidades que me proporciona-  
ram, mas principalmente pelo afeto, força e confiança que me fizeram  
chegar até aqui.

À minha avó Edmea, por sempre cuidar de mim com todo o amor, e  
à minha irmã, por estar comigo em todos os momentos da minha vida.

Ao Eric, por me dar o prazer de compartilhar os momentos felizes e  
por me acolher e apoiar mesmo nos momentos mais difíceis.

Ao Rafa, por dividir comigo toda essa jornada de formação, desde  
o primeiro dia de aula, e sem o qual esse trabalho não seria possível.

À Bia e Lili, que trilharam comigo todo o percurso deste trabalho,  
sendo companhias constantes e apoio imensurável;

Ao meu tio Mário e à Juju, que por tantas vezes foram minhas for-  
talezas e sem os quais esse momento não se encontra completo.

## RESUMO

---

Este trabalho dedica-se a estudar as edificações multifamiliares destinadas à habitação de interesse social por meio da bioclimatologia, reconhecendo a heterogeneidade climática do Brasil.

Considerando os problemas urbanísticos e arquitetônicos encontrados nos projetos do Minha Casa Minha Vida e por entender que os requisitos de projeto bioclimático devem estar presentes desde a fase inicial do desenho, a proposta é, então, avaliar em como o programa pode se dar a partir de novas edificações, elaborando projetos unificados por um mesmo termo de referência, mas não um carimbo projetual. Ou seja, quais seriam as demandas programáticas mínimas essenciais que garantam a qualidade, mas não restrinjam a diversidade arquitetônica e não interfiram nas diferentes respostas às zonas bioclimáticas.

## ABSTRACT

---

This paper is dedicated to studying multifamily buildings intended for social housing through bioclimatology, acknowledging the climatic heterogeneity of Brazil.

Considering the urban and architectural problems encountered in the “Minha Casa Minha Vida” designs and the fact that the bioclimatic design requirements must be considered early in the initial design phase, the proposal is, then, to evaluate how the program could be conducted based on distinct buildings, through the conception of projects unified by the same term of reference, but not a design stamp. In other words, what would be the essential minimum programmatic demands that guarantee quality as well as not restrict architectural diversity and do not interfere in the different responses to bioclimatic zones.

# SUMÁRIO

---

INTRODUÇÃO	12
PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA	14
O CONFORTO AMBIENTAL NO PMCMV	19
PROPRIEDADES TÉRMICAS DOS ELEMENTOS CONSTRUTIVOS	22
ESTRATÉGIAS GERAIS DE PROJETO	28
NBR 15220-3 E ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO BRASILEIRO	40
NBR 15575-1 E O DESEMPENHO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS	44
MÉTODO	48
ESTUDO DE CASO	52
PROJETO	56
DIRETRIZES GERAIS	58
ZONA BIOCLIMÁTICA 1 - CURITIBA	64
ZONA BIOCLIMÁTICA 4 - RIBEIRÃO PRETO	90
ZONA BIOCLIMÁTICA 8 - SALVADOR	114
CONSIDERAÇÕES FINAIS	138
REFERÊNCIAS	140
ANEXO A	142
ANEXO B	231

## INTRODUÇÃO

---

Há muito se sabe sobre a importância da dignidade do habitar, sendo este um direito reconhecido pela comunidade internacional desde a Declaração Universal dos Direitos Humanos, em 1948. É um direito que está intimamente relacionado com inúmeros outros, tendo inclusive a Organização Mundial da Saúde tratado a habitação como o fator ambiental de maior impacto no que diz respeito a doenças e ao aumento das taxas de mortalidade e morbidade (ONU-Habitat, 2010). Não cabe aqui a discussão acerca do papel da propriedade privada ou da questão da “casa própria” nas políticas públicas no contexto político e ideológico ao qual estamos submetidos, mas sim da moradia como qualidade de vida e direito fundamental a todos os cidadãos.

Na minha busca em estudar habitação de interesse social através de seus exemplares construídos mais comumente - não aqueles poucos conjuntos desenhados por arquitetos de renome - encontrei, com referências em diversas cidades, um mesmo padrão sem qualidade, sem contextualização urbana e muito menos climática. Espaços minúsculos, que excluem as necessidades de pessoas com diversidade funcional, que não permitem que

as pessoas vivam em situação de conforto sem que seja necessário um investimento financeiro, inviável a grande parte da população.

Por que aceitamos tão simplesmente nivelar a qualidade da habitação de interesse social pelo mínimo? Como consideramos suficiente, como política pública, apenas colocar um teto acima da cabeça da população de baixa renda, sem nos preocuparmos com a qualidade de vida dessas pessoas? E assim, dentro das minhas angústias, como buscar o equilíbrio entre o que eu anseio e acredito ser o certo e, ao mesmo tempo, ainda tentar manter um pouco os pés no chão?

Sei que meus desejos, apresentados neste trabalho, podem parecer ingênuos, como sonhos de quem ainda não viveu as durezas da vida real. Mas desejo que a minha esperança seja maior que o meu desespero diante da realidade e, também, que sejam esses desejos e essas motivações que me impulsionem a agir nos próximos passos da minha vida, pessoal e profissional.

Assim, este trabalho busca abordar e analisar as condições urbanas, ergonômicas e, principalmente, térmicas do ambiente padrão que foi construído desde o estabelecimento do Programa Minha Casa Minha Vida e, a partir disso, propor três estudos de projeto tendo em vista a heterogeneidade climática do Brasil. Entende-se que a partir da compreensão dos diferentes climas e da lógica de aplicação das estratégias de projeto aqui utilizadas como exemplificação, esse estudo pode se estender a diversas cidades brasileiras.

## PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA

---

O Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) surgiu, em 2009, como um programa de caráter econômico para alavancar o ramo da construção civil, em uma tentativa de caminhar na contramão da crise financeira global iniciada no ano anterior com o colapso do sistema hipotecário estadunidense. Uniu-se à tentativa de dar uma resposta em âmbito federal ao déficit habitacional o fomento de uma atividade que se baseia em insu- mos nacionais e demanda muita mão de obra de baixa qualificação, buscando a geração de empregos e certa independência do mercado interna- cional (FERREIRA, 2014; BARAVELLI, 2014).

Até o ano de 2020, o segmento do PMCMV destinado a morado- res de centros urbanos se dividia em quatro faixas de renda (Faixa 1, Faixa 1,5, Faixa 2 e Faixa 3), além do MCMV Entidades, modalidade destinada

à população de renda mais baixa e que permitiu que famílias organizadas de forma associativa (como o Movimento dos Trabalhadores sem Teto e o Movimento Nacional de Luta pela Moradia) produzissem suas unidades habitacionais.

Uma e talvez a mais importante conquista do programa, quando comparada às tentativas anteriores de prover habitação em âmbito fede- ral, foi a criação da Faixa 1, quase integralmente subsidiada para incluir a população de mais baixa renda. A demanda e distribuição desses empre- endimentos era inteiramente indicada pelos governos locais e as cons- trutoras eram remuneradas pela execução do projeto diretamente pelo Fundo de Arrendamento Residencial (FAR), não se sujeitando ao risco de inadimplência dos beneficiários (ROLNIK, 2015). Historicamente, as polí- ticas habitacionais lidavam exclusivamente com habitações financiadas e acabavam por atender uma população de renda média e média baixa que, excluída dos interesses do mercado imobiliário, acabava por monopolizar os recursos (FERREIRA, 2014).

Apesar desta grande conquista, o programa também apresenta pontos a serem criticados. Seja pela falta do uso dos instrumentos disponi- bilizados pelo Estatuto das Cidades ou pela pouca força de regulação das municipalidades frente ao setor da construção civil, uma consequência do formato do programa foi que ele se condicionou a interesses mercado- lógicos e não se estruturou realmente em função do interesse público: o que houve foi uma industrialização dos processos construtivos, visando a

padrões mínimos e maximização dos possíveis ganhos, deixando de lado a qualidade arquitetônica e urbanística. O Minha Casa Minha Vida acabou por produzir projetos de péssima qualidade em terras afastadas dos grandes centros e, por mais que a moradia formal e regularizada seja vista como melhoria de vida efetiva para os beneficiados, reiterou um padrão histórico de ocupação do território, onde o assentamento da população pobre é feito prioritariamente em periferias precárias e mal equipadas, colaborando para o processo de segregação socioespacial. (FERREIRA, 2014; SILVA, 2017)

*No caso da Faixa 1, a margem de lucro das empresas na produção de um empreendimento é determinada fundamentalmente por fatores como o custo de produção das unidades, o valor do terreno e o custo de infraestrutura e fundações demandado em função das características da gleba e sua localização. Ganhos na qualidade do projeto, no padrão construtivo e nos atributos urbanísticos do entorno dos empreendimentos são fatores que não exercem qualquer influência positiva sobre a taxa de retorno das construtoras, o que faz com que esses aspectos não sejam levados em conta. Esse desenho favorece também a proliferação de megaempreendimentos que, embora tenham impactos urbanísticos muitas vezes desastrosos, possibilitam ganhos de escala significativos para as construtoras, ampliando sua margem de lucro. (ROLNIK, 2015)*

Junto a isso, o alheamento de arquitetos e urbanistas - e principalmente suas instituições representativas - dos processos decisórios do programa concedeu total liberdade às construtoras. Para Silva (2017), a redução de custos e de prazos nas entregas, para maximizar os ganhos destas empresas, moldou o ofício do arquiteto e de todos os outros profissionais que fazem parte desta linha de produção visando, exclusivamente, ao lucro, objetivo fundamental de toda empresa privada.

*Grande parte da atividade do produtor de projeto arquitetônico já está previamente configurada pela empresa construtora e de certa maneira “limita” o trabalho criativo do arquiteto, função esta que deveria ser considerada como fundante de seu ofício. [...] O potencial criador da figura do arquiteto [...] foi completamente submetido ao sabor do capital e por consequência totalmente repaginado para o desenvolvimento de atividades específicas na cadeia de produção da habitação social de mercado. (SILVA, 2017)*

Para Ferreira (2014), o papel da arquitetura foi restrinrido no que se refere à sua capacidade de concepção do espaço para construir rápido e barato, sem qualidade e inovação projetual, com projetos que são, na prática, “carimbados” paix afora, sem nenhuma adaptação ao local e ao clima.

## O CONFORTO AMBIENTAL NO PMCMV



Residencial Aroeira, Curitiba - PR



Residencial Santa Luzia, Campinas - SP



Residencial Moçara, Santarém - PA

Atualmente, a Norma Brasileira (NBR 15.220-3) divide o país em oito zonas bioclimáticas, cada uma com um conjunto de estratégias e recomendações construtivas para que os projetos arquitetônicos sejam concebidos em consonância com as características climáticas de onde serão inseridos, fator de extrema importância para a qualidade do habitar, imprescindível quando se trata de habitação para população de baixa renda. A habitação precisa ter um bom desempenho térmico e luminoso com meios de condicionamento passivo para que os moradores não precisem recorrer a formas custosas para restabelecer a sensação de conforto.

Em avaliações pós-ocupação em unidades do Minha Casa Minha Vida, apresentadas nas teses de Álvares (2018) e Bagnati (2013), em diversas cidades do Brasil, encontra-se, majoritariamente, desconforto pelos usuários tanto para o calor quanto para o frio. Cabe aqui ressaltar que esse cenário pode ser ainda mais expressivo quando se considera que, em virtude das condições precárias vivenciadas por muitos beneficiários antes do programa, a sensação de segurança aferida pela moradia própria pode ser, muitas vezes, transmitida equivocadamente ao pesquisador como satisfação aos níveis de conforto questionados.

As implantações dos edifícios analisados não foram pensadas para melhor aproveitamento da insolação ou ventilação locais. Soma-se a isso

o fato de os parâmetros exigidos pelo programa determinarem unidades descomedidamente pequenas para os quatro moradores almejados, dispondo de menos de 10m<sup>2</sup> por habitante, pé direito inconvenientemente baixo, aberturas padronizadas, entre outros problemas, deixando a edificação muito vulnerável às condições climáticas externas.

A conjuntura acima apresentada evidencia a imprescindibilidade da identificação e caracterização das Zonas Bioclimáticas Brasileiras para o adequado desenvolvimento projetual de habitação, sobretudo quando se trata de Habitação de Interesse Social.

## PROPRIEDADES TÉRMICAS DOS ELEMENTOS CONSTRUTIVOS

Ao considerar a extensa e renomada bibliografia existente para conceituação das trocas térmicas dos elementos construtivos e da caracterização dos diversos materiais, este capítulo não visa ao aprofundamento desses termos, mas sim fazer uma apresentação simplificada de conceitos para embasar as escolhas de projeto realizadas nos capítulos seguintes. São bases principais para esse capítulo os livros de Roberto Lamberts *et al.*, *Eficiência Energética na Arquitetura*, e de Anésia Barros Frota e Sueli Ramos Schiffer, *Manual de Conforto Térmico*.

Entende-se aqui que as intenções ao especificar um tipo de fechamento devem ser, dentre outros motivos, evitar excessivas perdas de calor no inverno e ganhos no verão e, para isso, é importante entender o comportamento dos materiais e dos sistemas quanto aos mecanismos de

trocas térmicas. As trocas de calor que envolvem variação de temperatura são as trocas secas - radiação, condução e convecção - e, dentre essas, a parcela da radiação transmitida para o interior da edificação é a principal fração dos ganhos térmicos e atua diretamente nas condições internas de conforto.

Nos fechamentos opacos a transmissão de calor acontece quando há diferença de temperatura entre suas superfícies internas e externas, sendo o sentido do fluxo de calor da superfície mais quente para a mais fria. Essa diferença de temperatura muitas vezes será decorrente da incidência da radiação solar na face externa do fechamento, que terá uma parcela refletida e uma absorvida, a depender das características dos materiais. Na condução do calor para o outro extremo, uma parte é acumulada pelo elemento, consequência de sua inércia térmica, fator que delimita quanto e quanto rápido o material absorve e libera calor.

Considerando uma localidade onde as temperaturas oscilam entre valores altos durante o dia e baixos à noite, pode-se utilizar de fechamentos opacos com alta inércia térmica para acumular calor durante o dia, retê-lo e, mais tarde, devolvê-lo ao interior. Haverá, portanto, uma diminuição da amplitude da temperatura interna, que oscilará de forma amortecida e, o pico da temperatura interna acontecerá algumas horas após o fechamento estar submetido ao pico da temperatura externa, o que constitui no tempo de retardamento térmico. Desse modo, o microclima interno será mais ameno que o clima do exterior.

A dinâmica térmica dos fechamentos opacos é descrita por uma série de definições, as quais são brevemente mencionadas abaixo, e que serão retomadas posteriormente como ferramental para a discussão dos estudos de caso:

Absortância ( $\alpha$ ) - os materiais de construção são seletivos à radiação de onda curta (radiação solar) e a principal determinante dessa característica é sua cor superficial. Material escuro absorverá a maior parte da radiação incidente, enquanto um material claro absorverá pouco. A parcela da radiação absorvida aquecerá o material e será parcialmente reemitida para fora e parcialmente emitida para o ambiente interno.

Tipo de Superfície		$\alpha$	$\epsilon$
Chapa de alumínio (nova e brilhante)		0,05	0,05
Chapa de alumínio (oxidada)		0,15	0,12
Chapa de aço galvanizada (nova e brilhante)		0,25	0,25
Caiação nova		0,12 / 0,15	0,9
Concreto aparente		0,65 / 0,80	0,85 / 0,95
Telha de barro		0,75 / 0,80	0,85 / 0,96
Tijolo aparente		0,65 / 0,80	0,85 / 0,97
Reboco claro		0,30 / 0,50	0,85 / 0,98
Revestimento asfáltico		0,85 / 0,98	0,90 / 0,98
Vidro incolor		0,06 / 0,25	0,84
Vidro colorido		0,40 / 0,80	0,84
Vidro metalizado		0,35 / 0,80	0,15 / 0,84
Pintura:	Branca	0,20	0,9
	Amarela	0,30	0,9
	Verde clara	0,40	0,9
	"Alumínio"	0,40	0,5
	Verde escura	0,70	0,9
	Vermelha	0,74	0,9
	Preta	0,97	0,9

Tabela de absortância e emissividade - ABNT NBR 15220-3

Emissividade ( $\epsilon$ ) - propriedade térmica que rege a emissão da radiação para o ambiente interno. É uma característica pertencente à camada superficial do material emissor, portanto, pode ser alterada por meio de pintura do material. Materiais metálicos têm baixa emissividade e não metálicos têm alta emissividade.

Condutividade ( $\lambda$ ) - depende da densidade do material e representa sua capacidade em conduzir maior ou menor quantidade de calor por unidade de tempo.

Resistência térmica (R) - propriedade do material em resistir à passagem de calor. Quanto maior a espessura do material, maior será a resistência que esse material oferece à passagem do calor. Quanto maior a condutividade, maior a quantidade de calor transferida entre suas superfícies e, consequentemente, menor sua resistência.

\*Resistência térmica de câmaras de ar: podem-se reduzir consideravelmente as trocas de calor em um fechamento opaco (sendo esse parede, piso ou cobertura) empregando materiais com condutividades mais baixas ou construindo fechamentos com múltiplas camadas. O ar tem baixa condutividade e a adição de uma camada de ar aumenta substancialmente a resistência do conjunto.

Transmitância (U) - variável mais importante para avaliação do desempenho de fechamentos opacos. É o inverso da resistência térmica, portanto, quanto ele conduz de calor de uma face da parede até a outra.

Capacidade térmica (C) - indica a capacidade dos materiais em reter calor. Um material com grande capacidade necessita de uma grande quantidade de calor para variar um grau de temperatura por unidade de área. É o que possibilita avaliar quanto um material pode contribuir em termos de **inércia térmica** para um ambiente.

As principais trocas térmicas acontecem, no entanto, nos fechamentos transparentes, que compreendem janelas e qualquer outro elemento vítreo na arquitetura. Ocorrem os três tipos de trocas térmicas: radiação, condução e convecção. Com relação às duas últimas, o comportamento é semelhante ao dos fechamentos opacos, mas as trocas de calor entre o ambiente interno e externo acontecem de forma mais intensa e rápida através dos fechamentos transparentes. Já a radiação incidente terá uma parcela refletida, uma absorvida e, no caso dos materiais translúcidos, também uma parcela transmitida **diretamente** para o ambiente interior. A radiação se torna, portanto, o principal fator nesse processo.

É importante ressaltar que a orientação e o tamanho das aberturas irão determinar conjuntamente sua exposição ao sol. Quanto maior a abertura, maior a quantidade de calor que pode entrar ou sair do ambiente. Já

a orientação da fachada pode expor aberturas de dimensões idênticas a quantidades distintas de calor solar e iluminação, uma vez que a trajetória do sol na abóbada celeste é diferente para cada orientação e para cada latitude.

Os vidros geralmente têm alta transmissividade, ou seja, são bons condutores de calor. O tipo de vidro determinará a parcela da radiação incidente que será absorvida, refletida ou transmitida para o interior, sendo os vidros simples os mais comuns nas habitações brasileiras, com baixo custo e alta disponibilidade de mercado. São altamente transparentes a ondas curtas e absorventes a ondas longas, ou seja, têm boa visibilidade, mas alta transmissividade de calor para o interior. Além disso, são pouco reflexivos e, uma vez transmitido para dentro, o calor encontra dificuldades em sair pelo vidro, sendo então acumulado no ambiente interior, causando o efeito estufa.

Para atingir melhor desempenho, diversas tecnologias podem ser utilizadas, em combinação ou não, por meio de adição de camadas ou alteração das propriedades materiais na produção do vidro em si. Dentre elas, destacam-se películas ou pigmentação para reduzir a transmissão à onda curta, películas reflexivas à onda curta ou à onda longa, reduzindo ingresso de calor ou as perdas de calor para o exterior, respectivamente e, ainda, a sobreposição de dois ou mais planos de vidro com uma câmara hermeticamente fechada de ar ou outro gás, os chamados vidros insulados, auxiliando no isolamento térmico, principalmente para perdas de calor nos

períodos frios.

No caso dos fechamentos transparentes, uma definição instrumental que será empregada nas discussões futuras será o fator solar:

Fator Solar (FS) - razão entre a quantidade de energia solar que atravessa o sistema de abertura pelo que nele incide. Fatores solares baixos controlam a entrada de calor para o interior, mas também de luz natural.

## ESTRATÉGIAS GERAIS DE PROJETO

Apresentadas as propriedades dos elementos construtivos, cabe aqui discutir sobre as possíveis técnicas de projeto que sejam aplicáveis na busca pelo ambiente qualificado. É preciso somar essas informações para, de uma maneira prática, trabalhar um projeto arquitetônico pertinente à bioclimatologia.

*"À arquitetura cabe, tanto amenizar as sensações de desconforto impostas por climas muito rígidos, tais como os de excessivos calor, frio ou ventos, como também propiciar ambientes que sejam, no mínimo, tão confortáveis como os espaços ao ar livre em climas amenos." (FROTA, 2007)*

Deve existir uma afinidade entre os fatores do clima e as soluções arquitetônicas aplicadas, empregando o uso passivo da energia através da utilização de técnicas construtivas.

Orientação Solar - através da orientação solar é possível calcular a quantidade de radiação incidente em um objeto construído e a implantação correta do edifício pode ser responsável por obter uma grande diferença entre a temperatura externa e a interna.

É importante considerar que uma edificação localizada no hemisfério norte não recebe o mesmo impacto de luz que uma no hemisfério sul, assim como uma edificação que está mais afastada da linha do equador não se compara a uma que está mais próxima.

No hemisfério sul, adotam-se os seguintes dados para efeitos de estudo de fachada relativo à posição solar:

.**Fachada leste:** recebe sol no período da manhã em todas as estações;

.**Fachada oeste:** recebe sol no turno da tarde e em todas as estações. Diz-se a fachada crítica e deve ser protegida em climas quentes, mas pode ser aproveitada para amenizar os climas frios.

.**Fachada norte:** o sol é mais baixo durante o dia no inverno, e em boa parte da primavera e do outono. Enquanto que, no verão, o sol estará mais alto, incidindo em poucas horas do dia ou não incidindo, nas latitudes mais ao sul, a partir de 24°S;

**Fachada sul:** o sol é inexistente durante o inverno e pouco presente na primavera e no outono em maiores latitudes, mas necessita ser considerado em menores latitudes. No verão estará mais presente no início e no final do dia. Os recintos voltados para a fachada sul apresentam um comportamento mais linear durante o dia devido às poucas horas de incidência solar direta nessa orientação.

Escolha das cores - as cores, além da função estética, têm importância quando o assunto é conforto térmico e visual. As cores escuras, pelo elevado índice de absorção, absorvem maior quantidade de radiação e são indicadas para locais nos quais o aquecimento é pertinente. Em contrapartida é possível fazer uso de cores claras, aproveitando-se da baixa absorção térmica, em locais onde é necessária a redução dos ganhos térmicos. E, explorando a elevada refletância, é aplicável em recintos em que a luz natural seja pouco desfrutada.

A diminuição do coeficiente de absorção da superfície por meio de uma cor adequada é, talvez, o recurso mais econômico, embora exija um constante cuidado de manutenção.

Aberturas - através das janelas é possível ventilar, iluminar e estabelecer trocas térmicas entre os meios externo e interno, além do contato visual proporcionado. A radiação solar incidente, além de produzir a luz visível, é responsável pelos efeitos térmicos. Do ponto de vista funcional, as

características das janelas também variam de acordo com as necessidades específicas dos tamanhos dos cômodos e das atividades neles desenvolvidas.

A área das janelas deve buscar o equilíbrio entre iluminação, incidência de radiação e ventilação e o conforto do ocupante pode ser intensificado ao considerar a orientação da janela e a massa térmica da edificação. Desse modo, zonas mais quentes e úmidas se beneficiam de vedações mais leves e aberturas maiores para ventilação permanente, enquanto zonas quentes e secas, se beneficiam de maior massa térmica e aberturas menores, para evitar o sobreaquecimento e permitir apenas uma ventilação seletiva. Esse equilíbrio é mais difícil em zonas mais frias, pois deve conter área de vidro suficiente para ganhar calor, mas não perdê-lo durante a noite, o que pode ser amenizado caso as janelas possuam persianas de proteção noturna.

O ganho térmico através das aberturas também pode ser controlado por meio da escolha de um vidro especial, conforme mencionado anteriormente, e da aplicação de dispositivos de proteção solar.

Dispositivos de proteção solar - o Brasil é um país com elevado número de horas exposto à radiação solar e, dependendo da zona bioclimática e do período do ano, o controle dos ganhos térmicos de uma edificação é desejável. No desenho de dispositivos de proteção solar há que se ponderar sobre o nível de influência do seu projeto sobre a iluminação natural e o

grau de visibilidade entre os meios interno e externo. Em climas quentes, a principal causa de desconforto térmico é o ganho de calor produzido pela absorção da energia solar que atinge as superfícies dos ambientes construídos. Então, o primeiro objetivo do projeto arquitetônico é a proteção da radiação solar.

**Dispositivos externos:** os dispositivos externos têm função de sombrear, com o objetivo de reduzir a incidência de Sol sobre uma construção ou espaços exteriores, de modo a obter melhores condições de temperatura e controle de incidência de radiação solar, que pode provocar problemas tanto de iluminação – contrastes e ofuscamentos – e de sobreaquecimento, como de deterioração ou fotodegradação dos objetos expostos.

Ainda, os dispositivos externos evitam a ação do efeito estufa, que ocorre quando a maior parte da radiação solar, por transparência às ondas curtas, passa através dos vidros para o interior do recinto, no qual a energia é absorvida e refletida pelos corpos aquecidos, porém agora como onda longa. O vidro, opaco à onda longa, impede a saída de boa parcela dessa energia, o que eleva a temperatura intena. Para tanto, existem as proteções externas que controlam a entrada da radiação solar no ambiente, e assim auxiliam a manutenção do bom desempenho térmico da edificação. A presença dos dispositivos de proteção solar externos faz com que as trocas térmicas mais intensas ocorram antes que a energia solar atinja o corpo da edificação.

Quanto às especificações dentre a variedade desses dispositivos, é imprescindível a atenção à adequação às condições da angulação da incidência solar. Os elementos verticais têm aplicação indicada para as fachadas de orientações leste e oeste, enquanto os horizontais têm aplicação indicada para a fachada de orientação norte. As varandas, além de terem área utilizável, funcionam como um elemento horizontal, onde a varanda do pavimento superior protege o pavimento inferior, sendo também uma forma de anteparo do edifício em relação à radiação direta.

É possível, também, fazer uso da luz difusa, protegendo da radiação direta, sem prejudicar as questões de conforto térmico. Os elementos vazados, ou cobogós, têm a função de delimitar ambientes, mantendo a circulação do ar e filtrando a luz direta. Outro exemplo é o caso das prateleiras de luz, elementos com a função de refletores, dirigindo uma porcentagem mínima da luz direta para o teto do fundo do cômodo e, ao mesmo tempo, sombreando a maior parte da janela, permitindo apenas a penetração da luz difusa que ocorre no horizonte. Assim, o teto do compartimento reflete a luz que ingressa no ambiente, sem haver ofuscamento.

Vale lembrar que o uso de proteção externa irá interferir na fachada da edificação. Contudo, é possível ver o dispositivo como um aliado na composição arquitetônica, como um elemento compositivo que pode ajudar a estabelecer ritmo na fachada assim como a agregar valor à tipologia do projeto.

**.Dispositivos internos:** dentre as proteções internas estão as cortinas e persianas que, além de compor o ambiente internamente, são responsáveis por ordenar o grau de privacidade e da luz natural que passa pela abertura, sendo possível tê-las com abertura total, parcial ou totalmente fechadas. São dispositivos que permitem a passagem do calor para o interior das unidades, sendo incapazes de evitar o efeito estufa.

Ventilação natural - a ventilação propicia a renovação do ar do meio, promove a higiene e é capaz de dissipar o calor e a concentração de vapores, fumaça, poluentes, gás carbônico, entre outros, além de prover o suprimento de oxigênio. Outra função importante é promover a retirada do calor em excesso dos ambientes, principalmente em regiões de clima quente e úmido, reduzindo a temperatura superficial dos corpos.

A ventilação do interior de uma edificação ocorre de duas maneiras - pela ação dos ventos e pela diferença de densidade através do "efeito chaminé" - e depende diretamente da posição e das dimensões das aberturas, o que influencia na qualidade e na quantidade dessa ventilação. Assim, é necessário que as aberturas sejam corretamente desenhadas, proporcionando um fluxo de ar adequado. Dispor duas janelas em um único plano não terá um bom resultado visto que com pressões iguais não há circulação de ar eficiente. Para tanto, é necessário que as aberturas apresentem-se em paredes opostas ou adjacentes, sendo essa denominada ventilação cruzada.

Por fim, é importante ressaltar que o uso da ventilação natural, como normalmente controlado pelos usuários - abertura de janelas durante o calor e fechamento apenas durante o frio - nem sempre contribui como intuitivamente previsto para o conforto térmico. Em locais secos e com grande amplitude térmica, por exemplo, a abertura precipitada das janelas em períodos quentes permite a entrada de ar quente e, assim, acelera o aquecimento do ambiente. O controle acertado da ventilação pela operação das esquadrias, denominado ventilação seletiva, pode propiciar melhorias significativas para as condições de conforto, em adição às estratégias passivas do projeto.

#### Resfriamento Evaporativo

*"O resfriamento por evaporação funciona por um processo chamado "adiabático", através do qual o ar passa sobre uma superfície molhada, aumentando, assim, a umidade relativa do ar. Por sua capacidade de armazenar calor, o vapor recebe, por transferência, o calor do ar, baixando a temperatura real." (HERTZ, 1998 apud BAGNATI, 2013)*

Dessa forma, com a temperatura reduzida e a umidade elevada, por meio do processo de evaporação adiabático, perde-se calor mais rapidamente, atingindo o conforto.

Porém, vale ressaltar que o processo é aplicável apenas em regiões quentes e secas, onde é possível aumentar a umidade sem adentrar o desconforto pelo seu excesso. Para zonas quentes e úmidas, que representam boa parte do território nacional, vale o uso da técnica de ventilação sem umidificação aplicada.

Uma das técnicas para resfriamento evaporativo e umidificação comumente aplicada é o uso de superfícies gramadas e arborizadas, além de trepadeiras em fachadas com exposição ao sol e coberturas verdes. Parte do calor absorvido pela vegetação é utilizada na fotossíntese, e a outra parte para a evapotranspiração, não só aumentando a umidade do ar, mas também reduzindo a quantidade de calor que penetra a edificação. Resalta-se, ainda, que o substrato utilizado para essas estratégias também contribui paralelamente com a retenção de umidade e aumento da massa térmica da edificação.

Também é possível usufruir do método resfriando superfícies da própria edificação, como telhados ou pisos. Esse efeito pode ser obtido com a água da chuva ou do sereno, caso seja utilizado elemento poroso, como a telha cerâmica não vitrificada. Com a infiltração da água na superfície em questão, amenizam-se os ganhos térmicos para o interior da edificação.

Massa térmica na construção - como explicado anteriormente, uma parede - e seu revestimento - apresenta maior ou menor inércia segundo

sua massa e espessura. É possível, através do estudo das propriedades físicas e escolha dos materiais, retardar ou acelerar a transmissão do calor da radiação solar do exterior para o interior do ambiente. Logo, a massa térmica pode ser utilizada tanto para facilitar quanto para evitar o aquecimento do ambiente interno, dependendo da região bioclimática em questão.

Quanto às vedações externas, pode-se utilizar baixa massa térmica para permitir o aquecimento interno em locais de dias frios, ou alta para armazenar o calor na envoltória, evitando que aqueça o interior em locais de dias quentes. Essa retenção pode ser benéfica para o aquecimento do interior durante o período da noite - por meio do fenômeno do atraso térmico - ou dissipado por meio de ventilação quando deseja-se evitar o aquecimento do ambiente durante o dia todo.

As divisórias internas de alta massa, por sua vez, podem ser utilizadas para reter o calor no interior do ambiente durante os períodos de ganhos, auxiliando no aquecimento no período de perdas ao devolvê-lo para o recinto.

Condicionamento de ar - por vezes, para que o conforto térmico do usuário seja alcançado, a exploração dos recursos naturais e o emprego de técnicas arquitetônicas são insuficientes. Logo, é necessário fazer uso de métodos artificiais, tais como: ar condicionado, ventilador mecânico, aquecedor, entre outros.

O ventilador, já amplamente utilizado no país, trata-se de uma opção de baixo custo. O ventilador de teto é o que se adequa melhor ao ambiente residencial, promovendo o movimento do ar de maneira mais uniforme em todo o recinto. O sistema aumenta a remoção do suor da pele através da convecção, elevando a sensação de conforto, sem alterar a temperatura do ambiente.

Para fins de aquecimento artificial existem a lareira, o radiador incandescente, o painel radiador individual ou de sistema central e o ar condicionado de ciclo reverso. A maioria dos sistemas disponíveis no mercado é elétrica, emitindo calor por convecção e por radiação.

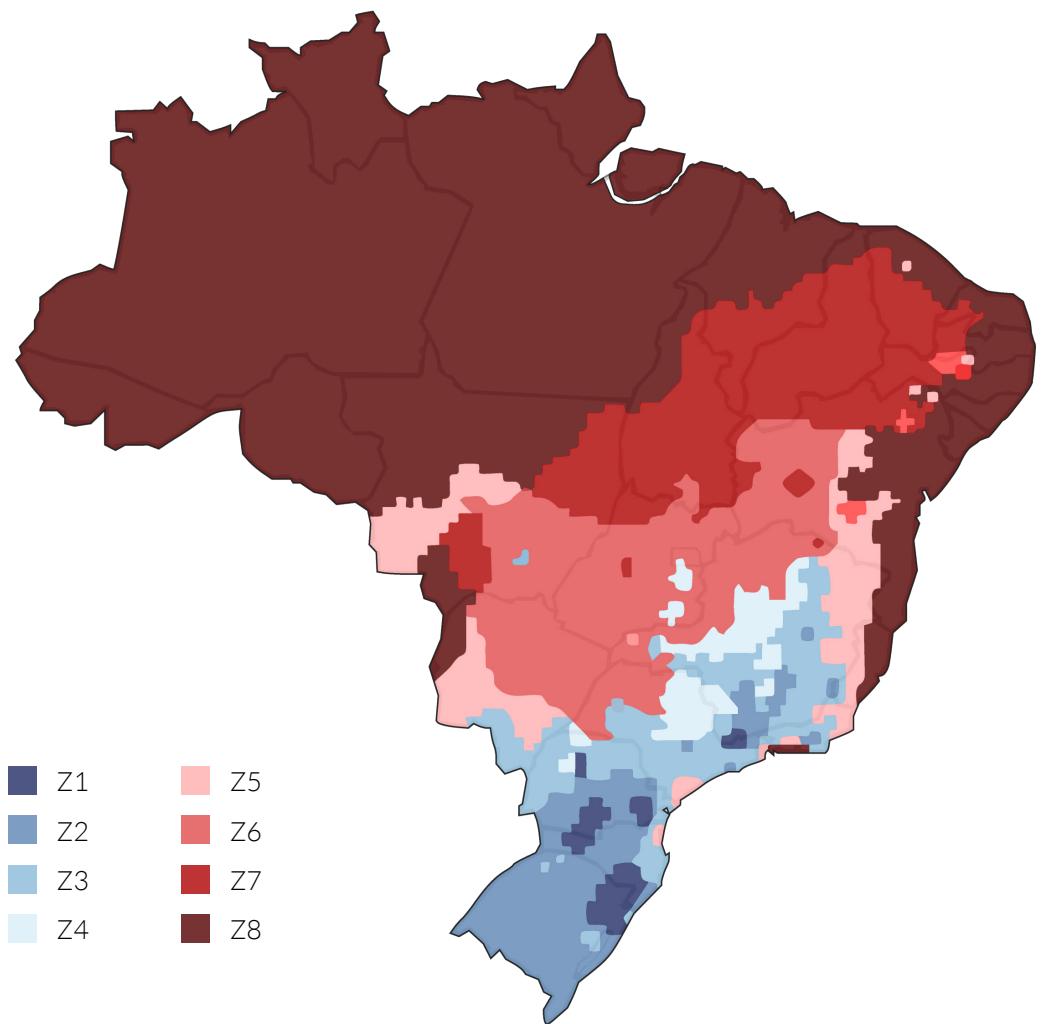
Sugere-se o uso dos sistemas naturais de condicionamento e de iluminação sempre que possível, reservando o uso de sistemas artificiais apenas para quando necessário, e sempre optando pelos mais eficientes, de preferência, além de visar à integração entre os sistemas natural e artificial.

## NBR 15220-3 E ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO BRASILEIRO

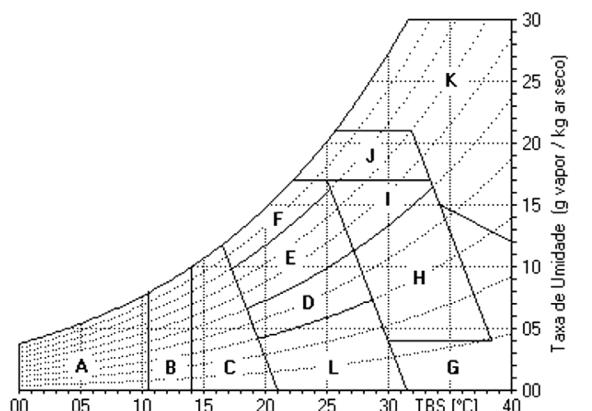
Localizado quase em sua totalidade entre os Trópicos de Câncer e Capricórnio, o Brasil apresenta 55% do território nacional em zona equatorial e 39% na tropical, dispondo, portanto, de predominância de climas quentes e com pouca amplitude térmica. Aproximadamente 6% da área do país, mais ao sul, está na faixa subtropical, com temperaturas mais baixas e maior amplitude das temperaturas. Apresenta também diferenças nos índices pluviométricos, geradas pelas diferentes proximidades litorâneas de um país de dimensões continentais (BAGNATI, 2013).

Com vistas a essa variedade de cenários, a Norma de Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social (NBR 15220-3) traça a divisão do país em regiões com relativa homogenei-

dade climática. Para isso, foi utilizada a base de dados climáticos do Brasil, com as médias mensais de temperaturas máximas e mínimas e umidades relativas do ar (ABNT, 2005).



Com base nesses dados, o procedimento para agrupamento das oito zonas bioclimáticas foi feito a partir de uma adaptação da Carta Bioclimática de Givoni, com disposição sobre o gráfico das informações mensais de temperatura de bulbo seco e umidade relativa do ar. O cruzamento desses dados delimita as diretrizes técnico-construtivas para a boa inserção climática e o condicionamento térmico-passivo da edificação para cada uma delas.



- A - zona de aquecimento artificial (calefação);
- B - zona de aquecimento solar da edificação;
- C - zona de massa térmica para aquecimento;
- D - zona de conforto térmico (baixa umidade);
- E - zona de conforto térmico pleno;
- F - zona de desumidificação (renovação do ar);
- G + H - zona de resfriamento evaporativo;
- H + I - zona de massa térmica de refrigeração;
- I + J - zona de ventilação;
- K - zona de refrigeração artificial;
- L - zona de umidificação do ar.

Carta Bioclimática de Givoni, adaptada ao Brasil conforme a ABNT NBR 15220-3

Desta forma, o zoneamento bioclimático é o resultado geográfico do cruzamento de três tipos diferentes de dados: zonas de conforto térmico humano, dados climáticos e estratégias de projeto e construção para atingir o conforto térmico das habitações de interesse social (ABNT, 2005; BAGNATI, 2013).

Atualmente, esta norma se encontra em processo de revisão e propõe ampliar a subdivisão do país, aumentando de oito para vinte e quatro zonas bioclimáticas. Um dos argumentos para esta proposta deve-se ao fato da divisão atual ter sido elaborada com base nas normas climatológicas de pouco mais de 300 municípios brasileiros, o que gerou grandes margens de erro na conformação das zonas ao longo do território. (RORIZ, 2012 apud MORENO, 2013).

Juntamente com as estratégias de condicionamento térmico passivo acima apresentadas, a norma traz, também, parâmetros para a formulação das diretrizes construtivas, como a definição dos tamanhos das aberturas necessárias para ventilação, da proteção dessas aberturas e da materialidade das vedações externas (parede externa e cobertura). Esses parâmetros são condensados abaixo:

Aberturas para ventilação		A(em % da área de piso)
Pequenas		10% < A < 15%
Médias		15% < A < 25%
Grandes		A > 40%

Tamanho das aberturas conforme a ABNT NBR 15220-3

Vedações externas		Transmitância térmica - U térmico - φ W/m².K	h	Fator solar - FS <sub>o</sub> %
Paredes	Leve	U ≤ 3,00	φ ≤ 4,3	FS <sub>o</sub> ≤ 5,0
	Leve refletora	U ≤ 3,60	φ ≤ 4,3	FS <sub>o</sub> ≤ 4,0
	Pesada	U ≤ 2,20	φ ≤ 6,5	FS <sub>o</sub> ≤ 3,5
Coberturas	Leve isolada	U ≤ 2,00	φ ≤ 3,3	FS <sub>o</sub> ≤ 6,5
	Leve refletora	U ≤ 2,30.FT	φ ≤ 3,3	FS <sub>o</sub> ≤ 6,5
	Pesada	U ≤ 2,00	φ ≤ 6,5	FS <sub>o</sub> ≤ 6,5

Classificação das vedações conforme a ABNT NBR 15220-3

## NBR 15575-1 E O DESEMPENHO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS

A norma brasileira de desempenho de edificações residenciais, ABNT NBR 15575, entrou em vigor em 2013, com o objetivo de estabelecer os requisitos dos usuários referente aos sistemas que compõem essas construções. Dessa forma, dentre os requisitos de habitabilidade, é estabelecido o desempenho térmico, que visa a garantir ao usuário condições térmicas adequadas para o desenvolvimento das suas atividades na habitação.

Conforme essa versão inicial, era referenciado apenas um arquivo climático com os dados meteorológicos típicos por capital, que tinha como consequência uma menor precisão dos resultados gerados quanto maior a distância da cidade analisada às capitais. A simulação computacional era feita apenas para duas datas do ano: o dia típico de verão e o dia típico de

inverno, que representavam os cenários extremos de calor e frio aos quais o empreendimento e, por consequência, os usuários seriam submetidos. As temperaturas dos ambientes obtidas via simulação eram comparadas com a temperatura externa e essa diferença determinava o nível de desempenho. As diferenças de temperatura necessárias para elevar o nível de desempenho variavam de acordo com a zona bioclimática do local. De forma geral, quanto maior a diferença de temperatura, melhor era o nível de desempenho.

Em caso de não atendimento, duas estratégias eram permitidas em norma: aumento da troca da massa de ar do ambiente via ventilação natural, favorecendo a redução de temperaturas durante o verão ou adição de sombreamento, simulando a abertura ou fechamento de uma cortina ou outro elemento similar, favorecendo a redução de incidência solar e, com isso, a temperatura dos ambientes no verão.

O nível de desempenho era avaliado para cada ambiente e o menor nível obtido, dentre todos que foram analisados, determinava o desempenho térmico do empreendimento.

Para corrigir algumas limitações da norma dentro dos requisitos de desempenho térmico, foram feitas revisões e atualizações, que entraram em vigor nos meses finais de 2021.

Um dos pontos positivos, que aproximam os projetos ainda mais da realidade, é a adição de 384 novos arquivos climáticos, o que contribui com a precisão climática em empreendimentos construídos fora das capitais.

No que se refere ao método de avaliação de desempenho, ao invés de correlacionar com a zona bioclimática, na atualização da norma depende da média anual da temperatura externa do local. A simulação deve contemplar todas as 8760 horas do ano e, ao contrário dos dias típicos de verão e inverno previamente considerados, a simulação anual fornece resultados mais detalhados sobre o comportamento do empreendimento em todos os dias do ano.

Quanto à modelagem, a principal diferença referente a esse processo introduzida pelas novas regras é a construção de dois modelos computacionais: o modelo real e o modelo de referência. O modelo real corresponde ao empreendimento a ser construído, preservando suas características volumétricas e construtivas assim como projetado, e o modelo de referência é uma cópia do modelo real, preservando as características volumétricas, mas altera as características construtivas, como os percentuais de elementos transparentes e aberturas para ventilação e retirada de elementos de sombreamento. A comparação entre os dois modelos é a base de cálculos para as avaliações dos níveis de desempenho do empreendimento. Os dois modelos devem ser simulados utilizando os mesmos dados climáticos.

As novas regras determinam também dois novos tipos de simulação, ventilação natural e carga térmica, mandatórias para ambos os modelos real e de referência. A simulação de ventilação natural considera a abertura e o fechamento de janelas, representando o comportamento usual das pessoas. Também passa a ser necessário modelar a abertura e

fechamento de venezianas permitindo avaliar todos os níveis de desempenho. Já a simulação de carga térmica representa o uso de sistemas de ar-condicionado para avaliar a eficiência da envoltória em proteger o interior do empreendimento do clima externo. Esta simulação só é necessária para avaliar os níveis intermediário e superior de desempenho.

Além disso, também passa a ser necessário modelar o padrão de ocupação dos ambientes, que determina os horários que serão utilizados pelas pessoas, e também o padrão de uso de equipamentos eletrônicos e iluminação artificial. Todos os dados necessários para avaliação do nível de desempenho são levantados apenas para os ambientes de permanência prolongada.

## MÉTODO

---

Para avaliar o impacto do uso correto das estratégias climáticas de projeto nos edifícios habitacionais, considerou-se pertinente avaliar sua aplicação em situações diversas no contexto brasileiro, utilizando-se de cidades exemplo.

Considerando a incipienteza da NBR 15575-1/2013, a alta complexidade de sua atualização e o fato de que entrou em vigor enquanto este trabalho já estava em desenvolvimento, as análises dos resultados obtidos não serão realizadas visando aos desempenhos almejados pelas Normas, mas a partir de um **método comparativo**, formulado a partir de princípios das duas.

Em cada um dos locais selecionados, foram elaborados três cenários:

Inicialmente foi realizado um estudo de caso acerca do cenário base atualmente implementado, buscando entender a planta das unidades e suas características construtivas (paredes externas e internas, lajes, coberturas, janelas etc.). Esse cenário configura a **unidade base**.

Baseado nisso desenvolveu-se o segundo cenário, no qual essa planta foi reformulada, visando a atingir melhor ergonomia e acessibilidade, ventilação e iluminação natural, além de considerar a heterogeneidade das famílias brasileiras, mantendo as mesmas soluções construtivas do cenário base. Esse cenário foi denominado **unidade reformulada**.

No último cenário, utiliza-se essa nova planta e alteram-se suas características construtivas a depender da zona bioclimática e arquivo climático de cada cidade. Esse modelo final é a **unidade de projeto**.

Os modelos computacionais foram desenvolvidos no software DesignBuilder com sua altura real e seus elementos de sombreamento e foram incluídas as edificações do entorno que exercem algum tipo de sombreamento no edifício analisado.

Na simulação para análise de desempenho, foi utilizado o software EnergyPlus. Foram selecionadas unidades do último pavimento, com o maior número de paredes expostas e a orientação geográfica mais crítica do ponto de vista térmico, ou seja, para o verão, fachada com ambientes

de permanência voltados para oeste e a outra parede exposta voltada para norte, e para o inverno, fachada com ambientes de permanência voltados para leste e a outra parede exposta voltada para sul. As unidades foram consideradas sem ocupação e sem as cargas internas geradas por iluminação e outros aparelhos eletrônicos e, para as aberturas, foi considerada a operação comum realizada pelos usuários, com as janelas abertas durante o período mais quente do dia e fechadas em períodos mais frios.

Para cada uma das três situações - unidade base, unidade reformulada e unidade de projeto - foi simulado um ciclo de 24h nos solstícios de verão e inverno e, então, os resultados foram comparados graficamente.

## ESTUDO DE CASO

---

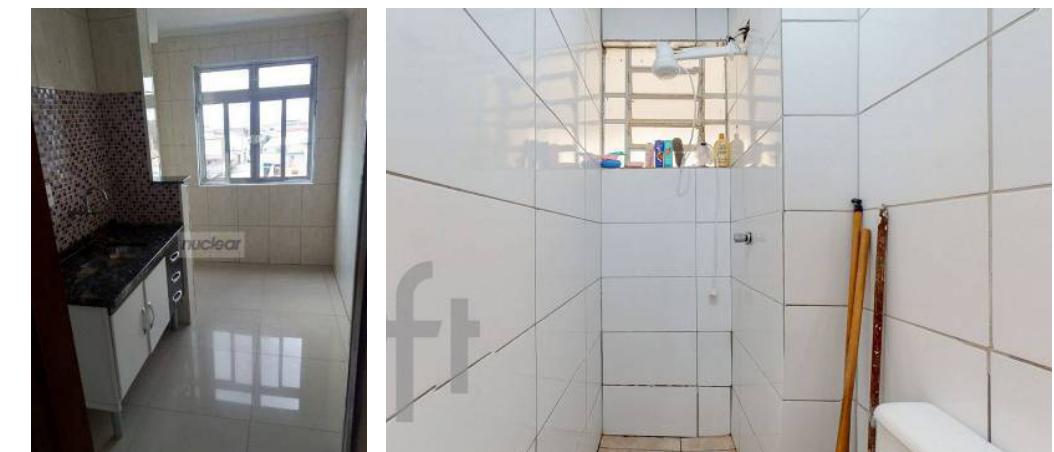
A escolha da unidade habitacional para o estudo de caso baseou-se no princípio de que esta deveria ser representativa do universo de habitações produzidas pelo PMCMV Faixa 1 e que atendesse às especificações mínimas estabelecidas por essa vertente do Programa.

A partir das cartilhas disponibilizadas pela Caixa Econômica Federal, de levantamentos realizados pelo Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética da FAUUSP, por Álvares (2017), Souza (2019) e com suporte de fotos de unidades à venda em conjuntos pertencentes ao escopo, foi determinada a unidade padrão.

Essa será implantada nas diferentes cidades e servirá de base de comparação para eficiência das mudanças posteriormente propostas.



Vista do corredor a partir do estar e vista da janela do quarto.

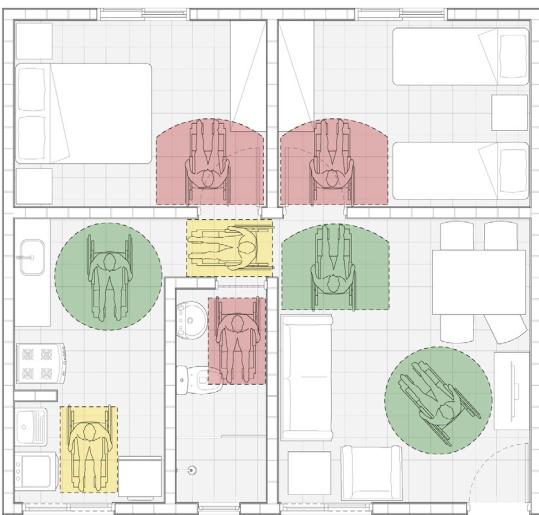


Vista da cozinha e lavanderia e vista da janela do banheiro.

- 
- \*Imagens retiradas de sites de empreendimentos imobiliários:
1. <https://imovelguide.com.br/apartamento-com-2-quartos-a-venda-44-m2-em-santa-candida-curitiba/576467>
  2. <https://www.zapimoveis.com.br/imovel/venda-apartamento-2-quartos-com-churrasqueira-santa-candida-curitiba-pr-44m2-id-2552620590/>
  3. <https://www.lopes.com.br/imovel/REO374070/venda-apartamento-2-quartos-campinas-jardim-campos-eliseos?listFrom=busca&listPosition=18>
  4. <https://pr.mgimoveis.com.br/apartamento-2-quartos-no-independencia-venda-pr-sao-jose-dos-pinhais-292269904>

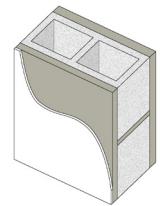


Unidade base



Unidade base - análise de acessibilidade

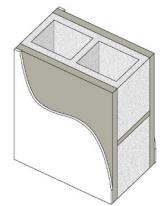
- Área de manobra ideal
- Área de manobra com dificuldades
- Área não permite manobra



#### PAREDES EXTERNAS

Argamassa com pintura clara - 3cm  
Bloco de concreto - 14x19x39cm  
Argamassa - 2,5cm  
Gesso corrido - 0,5cm

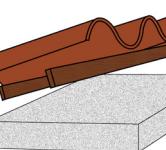
Transmitância:  
 $*U = 2,90 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$



#### PAREDES INTERNAS

Gesso corrido - 0,5cm  
Argamassa - 2,5cm  
Bloco de concreto - 14x19x39cm  
Argamassa - 2,5cm  
Gesso corrido - 0,5cm

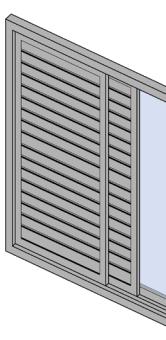
Transmitância:  
 $U = 2,81 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$



#### COBERTURAS

Telha ceramica - 1,5cm  
Laje de concreto armado - 10cm  
Gesso corrido - 0,5cm

Transmitância:  
 $U = 2,10 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$



#### ABERTURAS PRINCIPAIS

Janelas de correr com veneziana interna - 1,20 x 1,20m  
Vidro simples - 6mm FS = 81%  
Abertura para ventilação natural - 45%

#### ABERTURA BANHO

Janelas maximar - 0,60 x 0,60m  
Vidro simples - 6mm FS = 81%  
Abertura para ventilação natural - 80%

\*Especificação de materiais utilizados nas simulações - Anexo B

## PROJETO

---

Para estudar as formas, a viabilidade e a pertinência da implantação das estratégias de conforto elencadas anteriormente na produção da habitação de interesse social, este trabalho propõe três projetos em condições distintas. Para tanto, foram escolhidas as zonas com maior desconforto para o frio (Zona 1) e maior desconforto para o calor (Zona 8) e uma terceira que apresenta desconforto em ambos, além do período de baixa umidade do ar (Zona 4). Dentro das diferentes zonas, foram escolhidas, para exemplificação, capitais ou cidades de relevância metropolitana e foram estudadas suas Leis de Zoneamento, buscando evitar os problemas de segregação socioespacial tão presente nos projetos do PMCMV. Entende-se, no entanto, que as diretrizes aqui propostas diferem-se dos exemplos e podem ser adotadas em qualquer terreno ou cidade pertencente à mesma zona, levantando a dialética de generalizar com a especificação e especificar com a generalização.

Tendo como base teórica o Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo de 2014 e considerando o incentivo ao adensamento e ao transporte público nas zonas selecionadas para implantação dos projetos em todas as cidades, foram escolhidos terrenos com mais de 500m<sup>2</sup> que não cumprem sua função social. Portanto, terrenos onde atualmente se encontram grandes estacionamentos privados em logradouros próximos a pontos importantes da estruturação de transporte coletivo, como terminais e corredores de ônibus e estações de trem e metrô.

No que se refere às demandas programáticas para além da habitação em si, entendeu-se necessário o uso misto do terreno, com fachada ativa e espaço para fruição pública, qualificando os espaços e conferindo maior qualidade urbana e ambiental. Desse modo, foram desenvolvidos planos de massa para os térreos - visto que seu detalhamento não é o foco principal deste trabalho, mas que há o entendimento de que seu desenho base é fundamental para desenvolvimento de uma resposta a alguns dos problemas urbanísticos previamente apontados - buscando integrá-lo com a cidade e criar percursos e espaços servidores aos moradores e à cidade. Seu uso consiste em espaços para comércio ou serviços - para que o valor do aluguel do local possa ser convertido para a manutenção dos espaços comuns da habitação; um equipamento que atenda a algumas demandas dos moradores, a depender das necessidades do entorno; praças para contribuir com o conforto ambiental e promover apropriação e convívio urbano.

## DIRETRIZES GERAIS

As implantações foram pensadas visando a um melhor aproveitamento da insolação, a depender da latitude e do entorno. A circulação externa a partir de passarelas possibilita ventilação cruzada em todas as unidades e aproveitamento das fachadas para insolação ideal, criando espaços de vivência e encontro, além de conexão visual com o espaço urbano. Núcleos de circulação vertical conectam todos os pavimentos desde a garagem e térreos públicos, sendo dimensionados e posicionados de modo suficiente para proporcionar fácil acesso e atender às condições exigíveis de abandono em caso de incêndio. Visando a um maior adensamento vertical do conjunto e acessibilidade universal, considerando idosos, cuidadores com crianças de colo, pessoas com deficiências etc, todos os blocos preveem elevadores.

Quanto às unidades, apesar de o Programa operar via sorteio, entendendo que unidades padrão de dois dormitórios apenas não atendem às conformações familiares brasileiras. Foram propostas, então, algumas unidades maiores, de três dormitórios, considerando famílias com mais filhos ou com outros familiares, como pais idosos, morando em uma mesma habitação. Além disso, um dos princípios direcionais adotados foi a área de 15m<sup>2</sup> por habitante, sendo quatro e cinco moradores, respectivamente,

permitindo maior conforto ergonômico de todos e área de aproximação e de giro em cadeira de rodas.

Os dormitórios se abrem para o ambiente de estar e são onde foi privilegiada a iluminação natural. A sala é conjugada com o espaço da cozinha e se posiciona no centro da planta para garantir iluminação nos ambientes do fundo. A cozinha é ladeada pela área de serviço e banheiro, alinhando todos os ambientes providos de instalações hidráulicas.

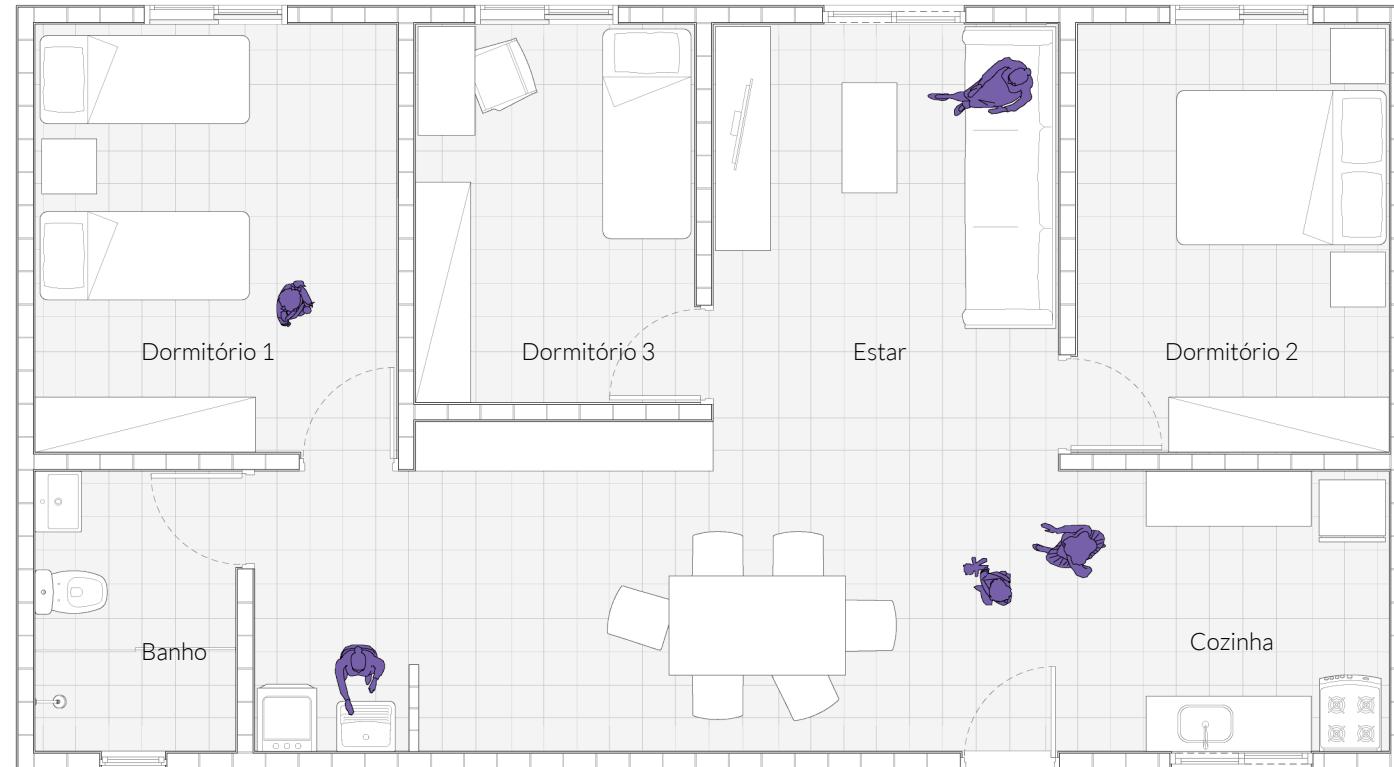
Para essa planta reformulada, foram aplicadas as mesmas soluções construtivas para lajes, coberturas, paredes e aberturas do cenário base.



UNIDADES TIPO I - 2 DORMITÓRIOS



- Área de manobra ideal
- Área de manobra com dificuldades
- Área não permite manobra



Unidade reformulada - Tipo II

0      1m      2m

Área útil = 73m<sup>2</sup>

Pé direito = 2,80m

### UNIDADES TIPO II - 3 DORMITÓRIOS



Unidade reformulada - Tipo II - análise de acessibilidade

- █ Área de manobra ideal
- █ Área de manobra com dificuldades
- █ Área não permite manobra

## CURITIBA | ZONA BIOCLIMÁTICA 1

### LATITUDE 25°25'48"S

#### DIAGNÓSTICO CLIMÁTICO

O clima de Curitiba é classificado como temperado úmido, mesotérmico controlado por massas de ar tropicais e polares, sendo, segundo a classificação Köppen-Geiger, do tipo Cfb.

Temperaturas moderadas durante o ano todo, tipicamente abaixo dos 18°C. Com média de fevereiro, mês mais quente, inferior a 22°C e podendo alcançar mínimas próximas a 0°C durante os meses de inverno, indicando risco de desconforto causado pelo frio em grande porcentagem do ano.

Apesar de chuvas bem distribuídas ao longo do ano, o clima de Curitiba é influenciado pela massa de ar seco que atua no centro-sul do Brasil

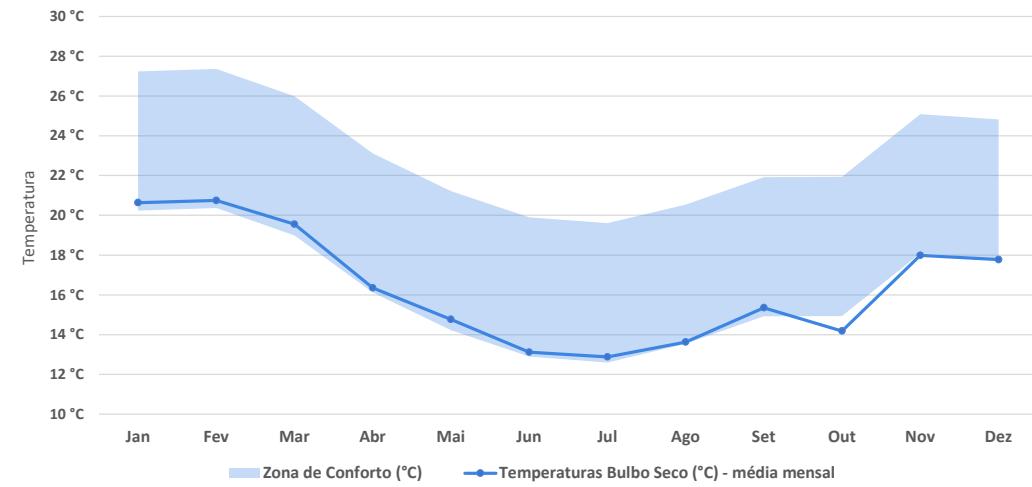
no inverno. Devido à ausência de nuvens, a grande perda radiante para o fundo de céu faz com que a amplitude térmica nesse período seco seja bastante expressiva.



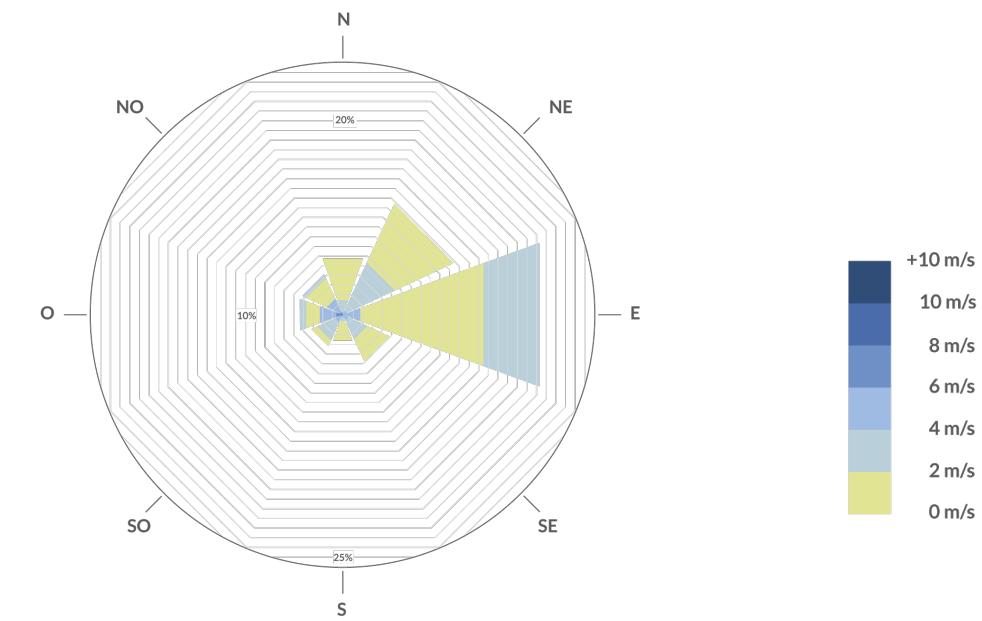
- Clima Temperado Úmido (Cfb)
- Clima Subpolar (Cfc)
- Clima Subtropical de Altitude (Cwb)
- Clima Subtropical Frio de Altitude (Cwc)

Distribuição do Clima Temperado Oceânico na América do Sul

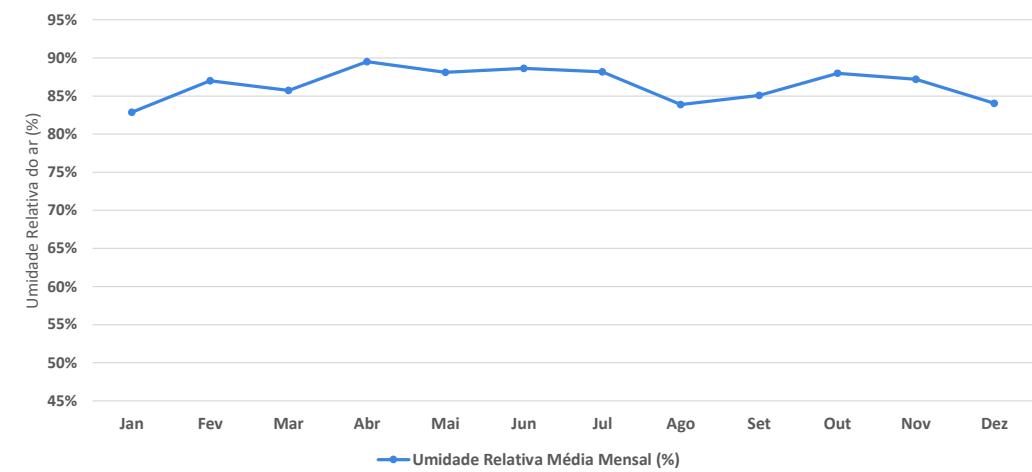
## TEMPERATURA DE BULBO SECO



## ROSA DOS VENTOS



## UMIDADE RELATIVA

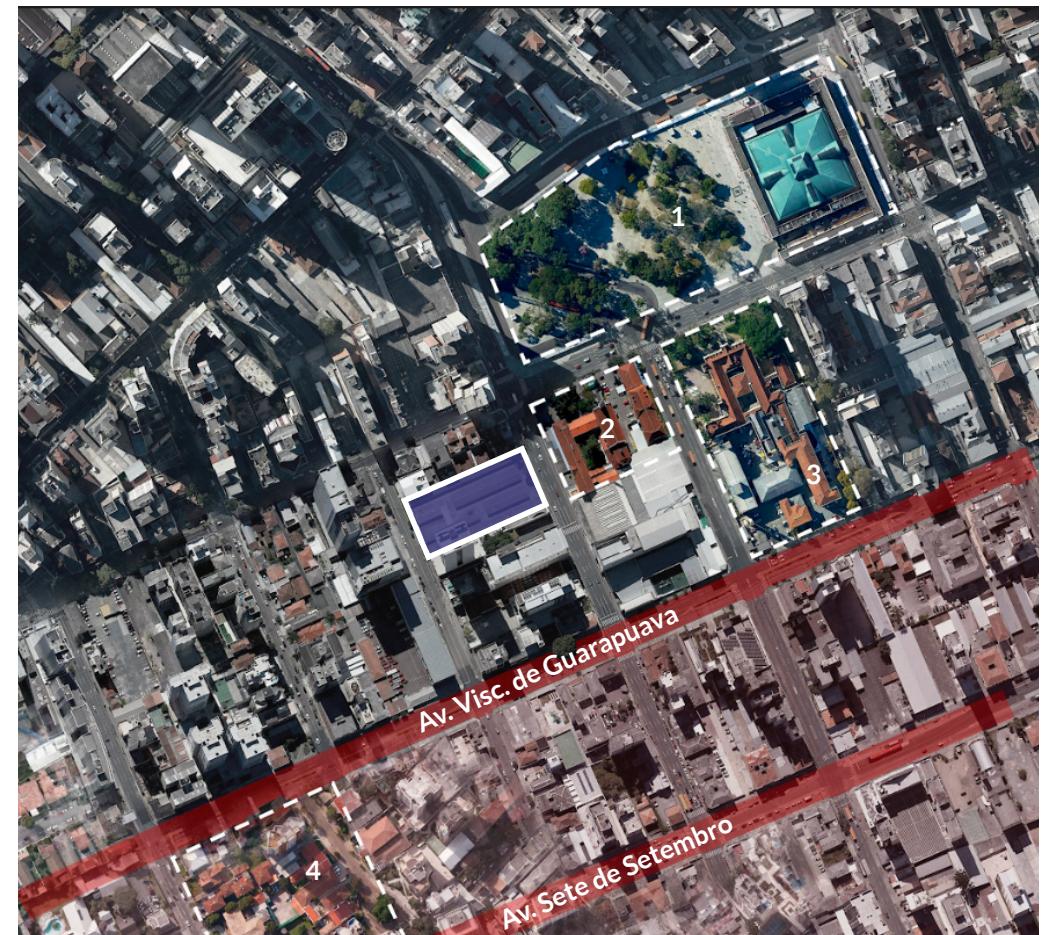


\*Fonte dos dados utilizados: Climate.OneBuilding.Org

## DIAGNÓSTICO URBANO

De acordo com a Lei de Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo, Lei nº 15.551/2019, o terreno selecionado se encontra na Zona Central – ZC. Centro tradicional da cidade de Curitiba, é caracterizado pela grande concentração e variedade de atividades e funções urbanas, onde se pretende requalificar o espaço e o patrimônio imobiliário local, privilegiando o pedestre e promovendo o aumento do uso habitacional. Encontra-se, também, próximo a um dos Eixos Estruturais – EE, que são as principais áreas de estruturação linear da cidade, caracterizadas como áreas de expansão do centro tradicional, constituindo corredores de ocupação mista e de alta densidade, tendo como suporte os sistemas de circulação e de transporte. A ZC prevê coeficiente de aproveitamento máximo 5 e taxa de ocupação do térreo e 1º pavimento de 100% e, de 66% para os demais pavimentos.

O entorno do terreno escolhido apresenta equipamentos destinados ao esporte e lazer, à educação e saúde públicos, Centro de Referência de Assistência Social e restaurante popular. Assim, como parte do plano do térreo, como previamente apresentado, será proposta a criação de um centro cultural e biblioteca, associados a uma praça central como pátio de sol, criando uma área de permanência confortável para os pedestres e permitindo a incidência solar nas edificações.



Terreno de Projeto

Eixos Estruturais - EE

1 Praça Rui Barbosa

2 Paróquia Sr. Bom Jesus dos Perdões

3 Santa Casa de Curitiba 4 Praça Oswaldo Cruz



Área do terreno = 4.150 m<sup>2</sup>



1 Praça de Sol

2 Centro Cultural

3 Comércio e Serviços

4 Bicletário

5 Acesso unidades

Térreo - Dinâmicas

0 10m 20m

Escala 1:500



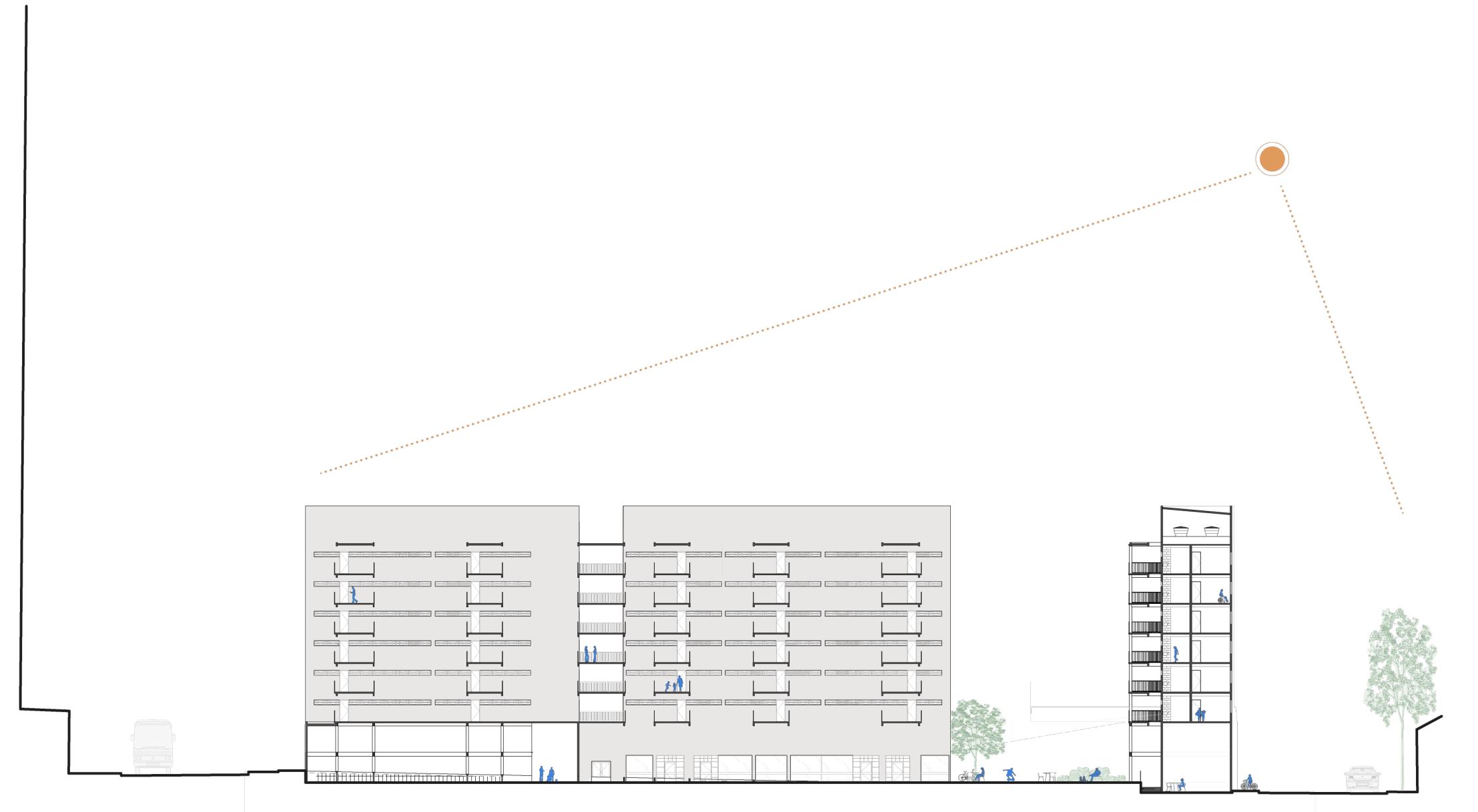


Pavimento Tipo

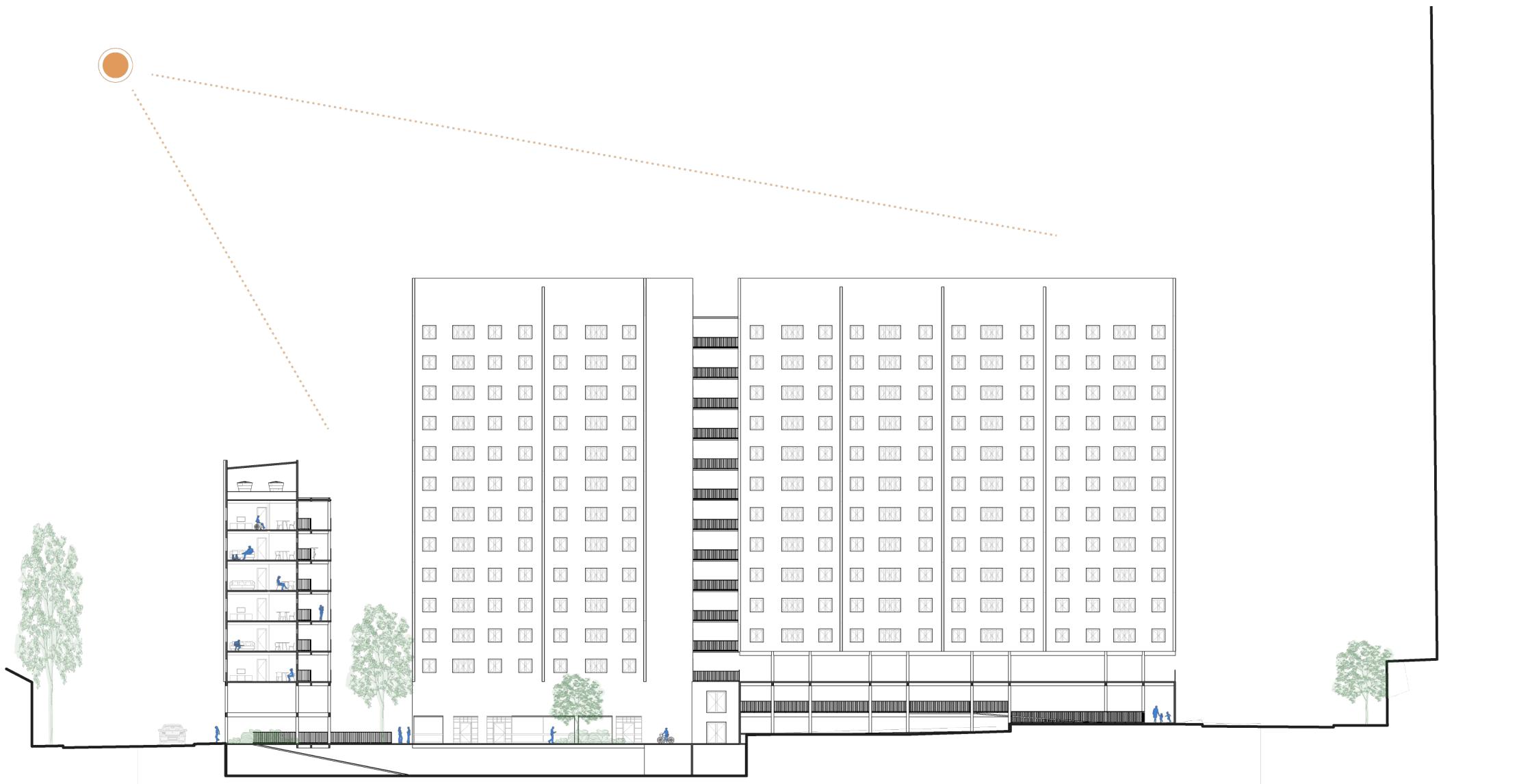
0 10m 20m  
Escala 1:500



Corte AA



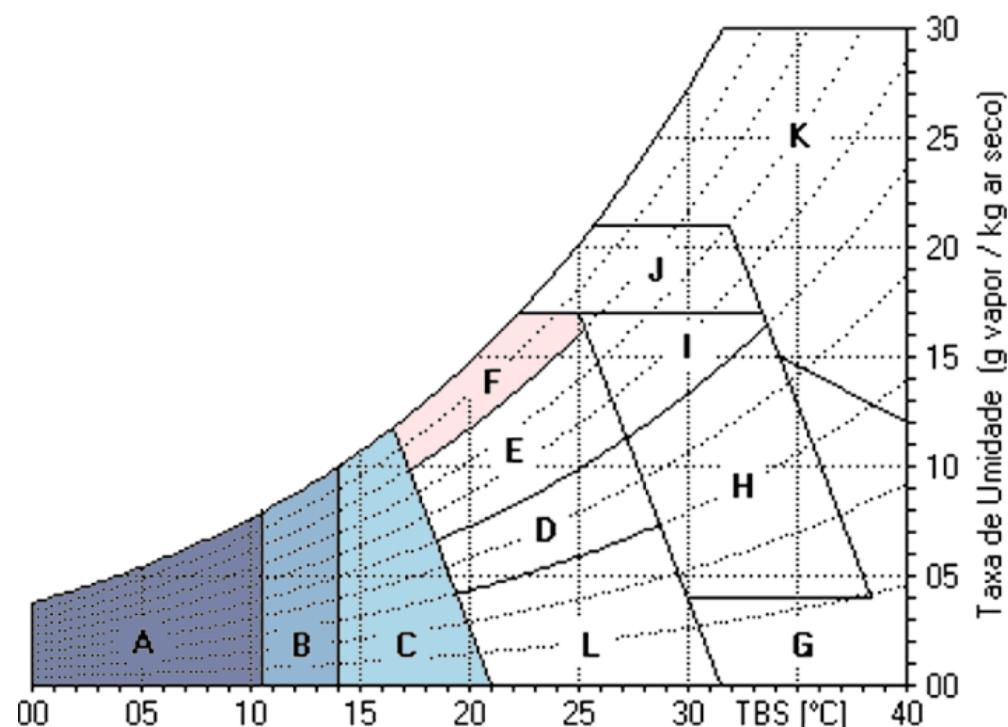
0 10m 20m  
Escala 1:500



Corte BB

0 10m 20m  
Escala 1:500

## DIRETRIZES PROJETUAIS



A - zona de aquecimento artificial (calefação);  
 B - zona de aquecimento solar da edificação;  
 C - zona de massa térmica para aquecimento;  
 D - zona de conforto térmico (baixa umidade);  
 E - zona de conforto térmico pleno;  
 F - zona de desumidificação (renovação do ar);

G + H - zona de resfriamento evaporativo;  
 H + I - zona de massa térmica de refrigeração;  
 I + J - zona de ventilação;  
 K - zona de refrigeração artificial;  
 L - zona de umidificação do ar.

Carta Bioclimática para Curitiba  
 Fonte: ZBBR (LabEEE - UFSC)

Quanto à implantação, dadas as condições de insolação e ventos predominantes, os ambientes de permanência prolongada foram voltados para norte e leste. Devido à latitude de Curitiba, a incidência solar na fachada sul, principalmente nos meses de inverno, é muito baixa, tornando os ganhos de calor por essa orientação pouco significativos, devendo assim ser evitada como fachada principal. Além disso, o entorno apresenta edifícios baixos a norte e altos a sul, de forma que o terreno é pouco sombreado pelas adjacências. Assim, o conjunto é composto por três lâminas independentes, buscando maximizar os ganhos de calor pelas fachadas principais. As duas lâminas a norte apresentam seis pavimentos residenciais acima do térreo e a lâmina sul, doze pavimentos, evitando também o sombreamento do conjunto nele mesmo.

As aberturas dos dormitórios e estares são, em conformidade com a NBR 15220-3, médias, e possuem todas as folhas de abrir, garantindo área máxima para ventilação e área de vidro suficiente para ganho de calor solar, mas evitando perdas desnecessárias. As aberturas na fachada oposta são altas e basculantes, para iluminação e caminhamento dos ventos. Todas as esquadrias devem ser herméticas, para impedir as perdas de calor e infiltração do ar frio noturno, e operáveis, para ventilação seletiva, evitando a perda excessiva de calor no período de frio, mas permitindo, quando conveniente, a existência de ventilação cruzada, importante para a renovação do ar e salubridade no interior das unidades.

Visando a permitir máximo ganho de radiação solar durante o perí-

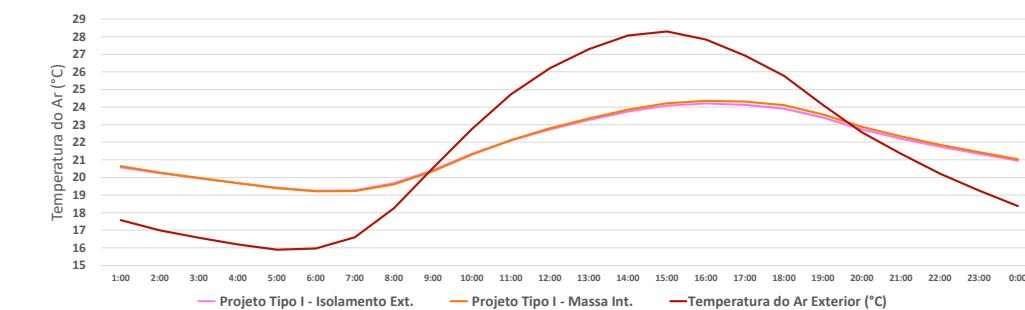
odo de sol e garantindo que o efeito estufa mantenha o apartamento quente à noite, é proposto apenas um dispositivo interno para sombreamento.

As paredes entre unidades pouco afetarão a questão térmica, mas são essenciais para o isolamento acústico entre as unidades. Desse modo, são compostas por dois blocos de concreto de 9cm com 4cm de camada de ar entre eles.

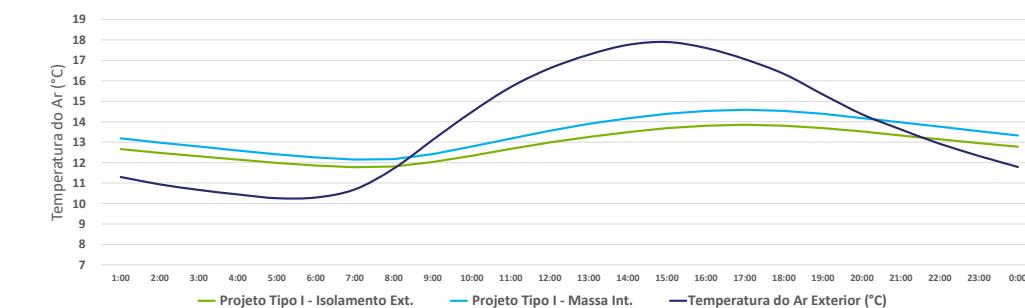
As paredes externas devem ser leves, com alta transmitância, permitindo a entrada de calor durante o dia. Assim, serão utilizados blocos de concreto de 14cm de espessura. Apesar de parecer lógico isolar as paredes externas para evitar que o ambiente interno fique frio, essas fazem com que entre pouco calor e a unidade não se aqueça nem no período mais quente.

É de extrema importância que o calor transmitido pelas paredes externas seja armazenado no interior das unidades. Portanto, as paredes internas devem ser pesadas, com alta capacidade térmica, aumentando a massa térmica da edificação. A elevada inércia térmica dessas paredes proporcionará uma diminuição da amplitude das temperaturas internas e um atraso térmico no fluxo de calor devido a sua alta capacidade de armazenar calor, fazendo com que o pico de temperatura interna apresente uma defasagem e um amortecimento em relação ao externo. Essas paredes armazemam calor para liberá-lo à noite, ajudando a edificação a permanecer aquecida. Desse modo, são compostas por dois blocos de concreto de 9cm sem espaçamento entre eles.

#### COMPARATIVO DE PAREDES - VERÃO TIPO I - DORM 1



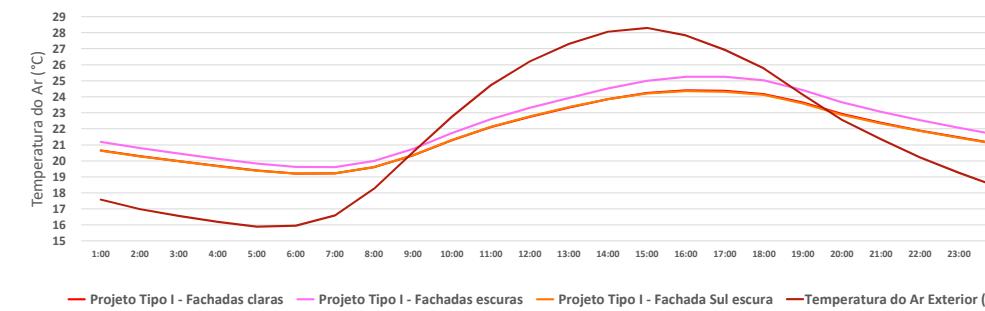
#### COMPARATIVO DE PAREDES - INVERNO TIPO I - DORM 1



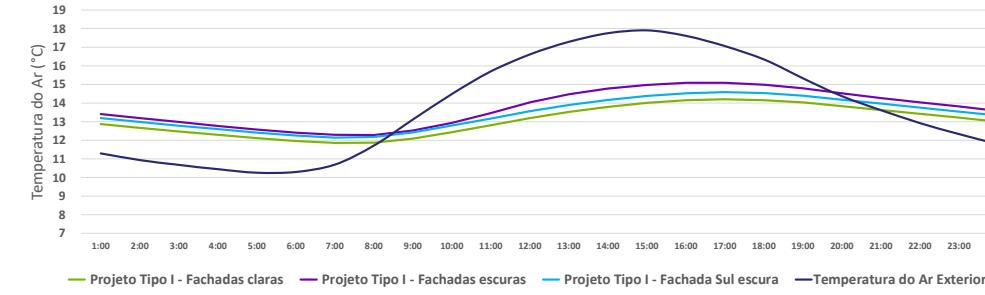
O dormitório 1 do apartamento tipo I foi utilizado aqui para exemplificação. Os gráficos de todos os ambientes de permanência prolongada dos apartamentos tipo I e tipo II estão no Anexo A.

Considerando o baixo período de desconforto pelo calor, permite-se o uso de cores escuras nas fachadas. Quando aplicadas em todas as fachadas, aumentam a temperatura durante o ano inteiro, mas quando aplicadas apenas nas fachadas voltadas para sul, auxiliam na absorção da pouca radiação incidente nessa, aumentando a temperatura nos períodos de frio, mas sendo quase indiferente nos períodos de calor. Portanto, aqui optou-se por utilizar cores escuras apenas na fachada sul.

#### COMPARATIVO DE CORES - VERÃO TIPO I-DORM 1

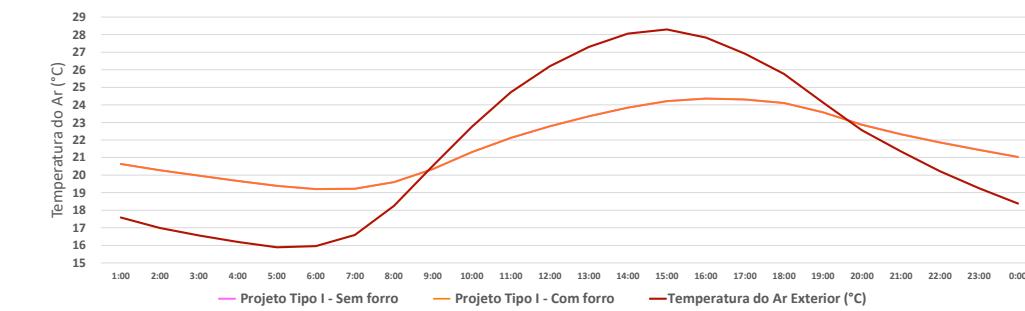


#### COMPARATIVO DE CORES - INVERNO TIPO I-DORM 1

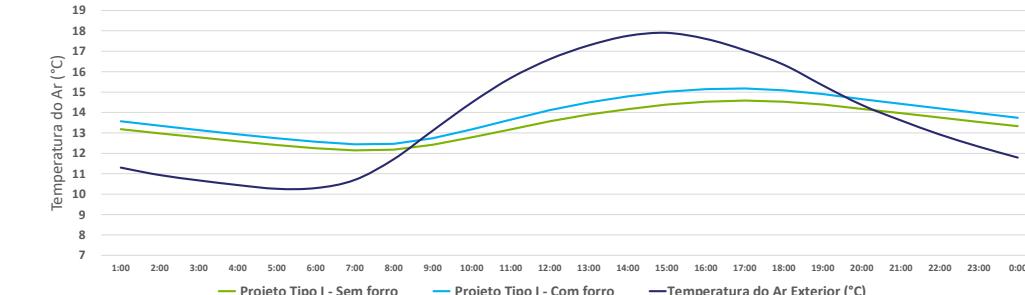


A instalação de forro abaixo das lajes, principalmente nas unidades de cobertura, aumenta a resistência térmica do conjunto, minimizando as perdas do calor gerado internamente na unidade nos períodos frios. Assim, definiu-se um pé direito de 2,80m, mantendo uma altura útil de pelo menos 2,50m com a instalação dos forros.

#### COMPARATIVO DE FORRO - VERÃO TIPO I-DORM 1

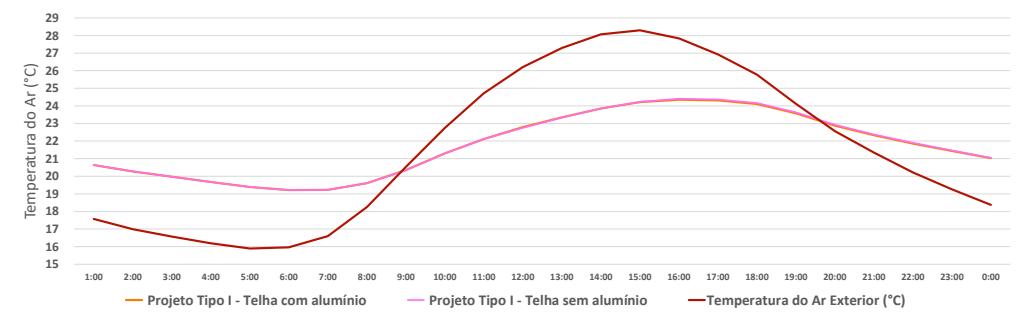


#### COMPARATIVO DE FORRO - INVERNO TIPO I-DORM 1

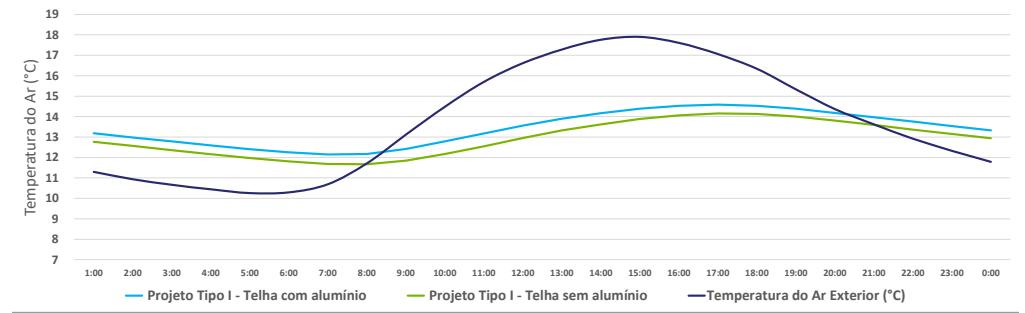


Quanto à cobertura, optou-se por instalar lâminas de alumínio abaixo das telhas cerâmicas. A lâmina de alumínio funciona como uma sub-cobertura que atua como barreira à transferência de radiação. Sua baixa emissividade faz com que o calor acumulado no interior não seja perdido pela cobertura.

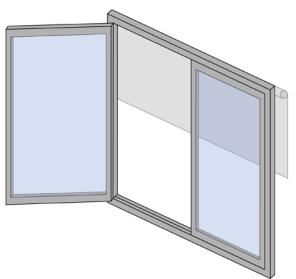
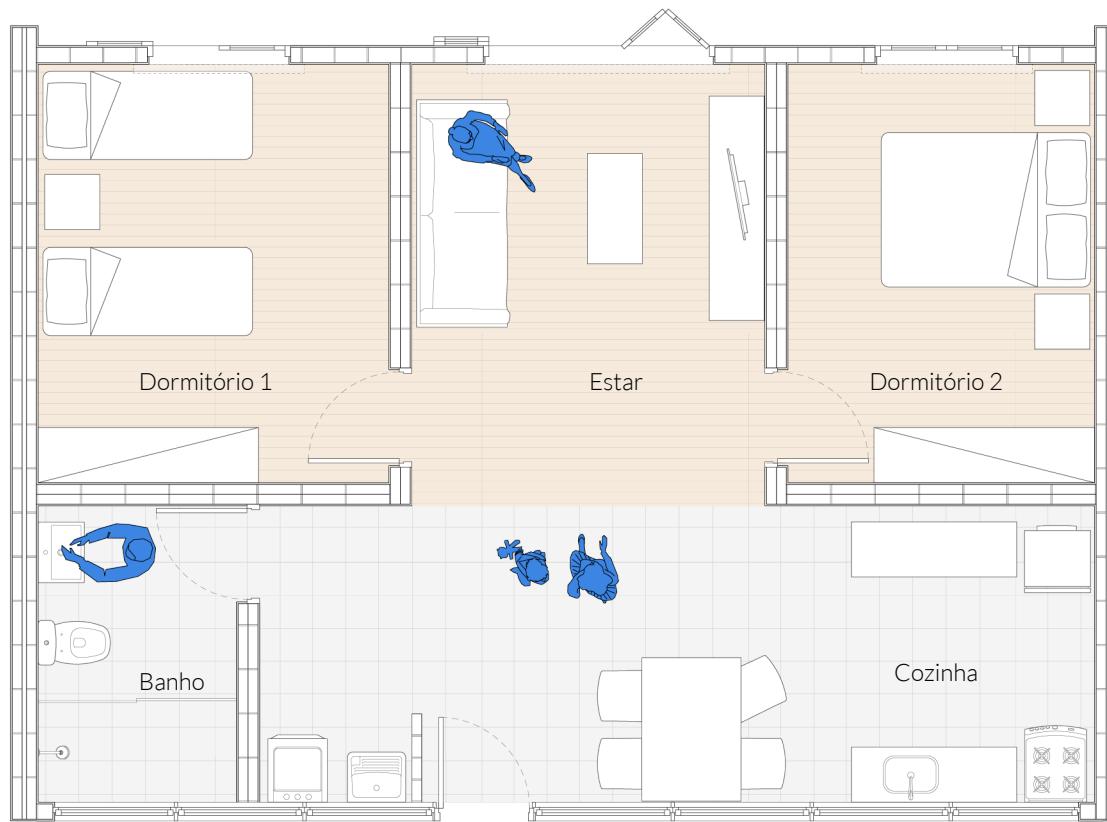
#### COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - VERÃO TIPO I -DORM 1



#### COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - INVERNO TIPO I -DORM 1



Contudo, o condicionamento passivo pode ainda ser insuficiente no período mais frio do ano, sendo necessário o uso de aquecimento artificial.

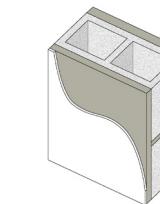


#### ABERTURAS PRINCIPAIS

Janelas de abrir com sombreado interno - 1,20 x 1,20m  
Vidro simples - 6mm FS = 81%  
Abertura para ventilação natural - 90%

#### ABERTURA BANHO

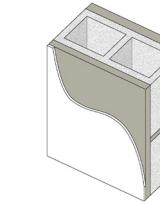
Janelas basculantes de duas folhas - 0,60 x 1,20m  
Vidro simples - 6mm FS = 81%  
Abertura para ventilação natural - 90%



#### PAREDES EXTERNAS

Argamassa com pintura clara - 3cm  
Bloco de concreto - 14x19x39cm  
Argamassa - 2,5cm  
Gesso corrido - 0,5cm

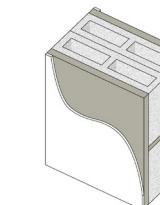
Transmitância:  
 $U = 2,90 \text{ W/m}^2\text{K}$



#### PAREDES EXTERNAS - FACHADA SUL

Argamassa com pintura escura - 3cm  
Bloco de concreto - 14x19x39cm  
Argamassa - 2,5cm  
Gesso corrido - 0,5cm

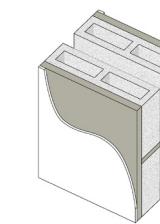
Transmitância:  
 $U = 2,90 \text{ W/m}^2\text{K}$



#### PAREDES INTERNAS

Gesso corrido - 0,5cm  
Argamassa - 2,5cm  
Bloco de concreto - 9x19x39cm  
Bloco de concreto - 9x19x39cm  
Argamassa - 2,5cm  
Gesso corrido - 0,5cm

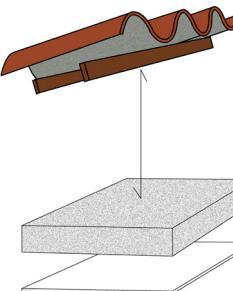
Transmitância:  
 $U = 2,13 \text{ W/m}^2\text{K}$



#### PAREDES ENTRE UNIDADES

Gesso corrido - 0,5cm  
Argamassa - 2,5cm  
Bloco de concreto - 9x19x39cm  
Camada de ar - 4cm  
Bloco de concreto - 9x19x39cm  
Argamassa - 2,5cm  
Gesso corrido - 0,5cm

Transmitância:  
 $U = 1,54 \text{ W/m}^2\text{K}$



#### COBERTURAS

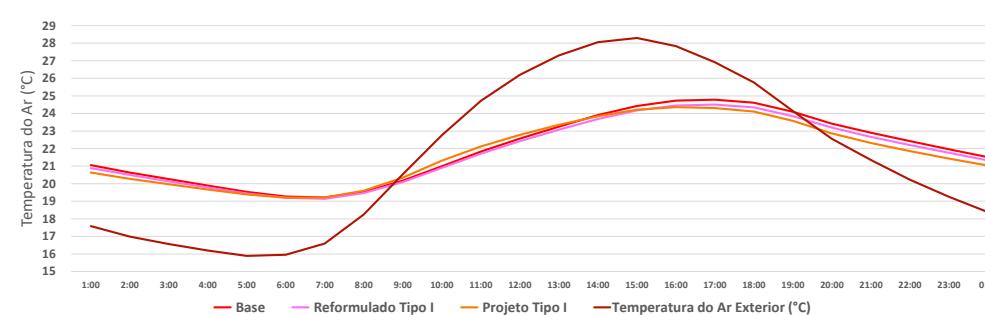
Telha ceramica - 1,5cm  
Lâmina de alumínio  
Laje de concreto armado - 10cm  
Forro de gesso - 2cm

Transmitância:  
 $U = 1,91 \text{ W/m}^2\text{K}$

Desse modo, a situação final de projeto se compara com os demais cenários assim:

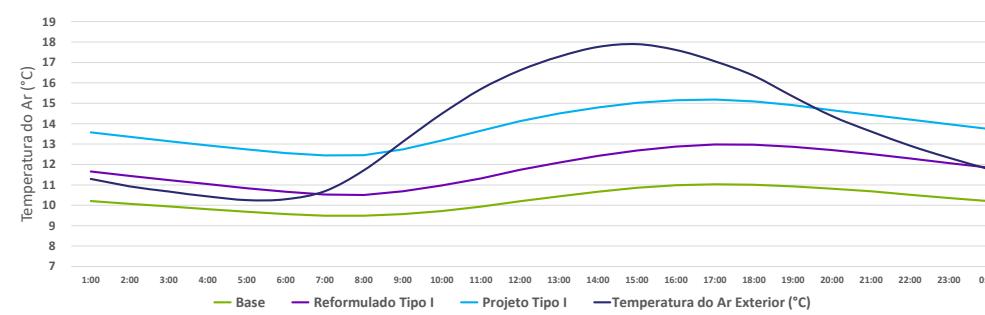
#### COMPARATIVO GERAL - VERÃO

##### TIPO I -DORM 1



#### COMPARATIVO GERAL - INVERNO

##### TIPO I -DORM 1



Quando comparados apenas os cenários da unidade base e reformulada percebe-se a diferença do comportamento da edificação apenas com a alteração de sua planta, principalmente durante o inverno. Na unidade reformulada, ao alinhar os ambientes de permanência prolongada em uma mesma fachada, permite-se que, na implantação, sejam evitadas aberturas principais voltadas para a fachada Sul, aumentando a área de parede externa e vidro exposta à orientações favoráveis ao ganho de calor, resultando em um aumento da temperatura interna e redução do desconforto pelo frio. No cenário de projeto, soma-se a este fator a substituição das janelas de correr com veneziana por janelas de abrir apenas com dispositivo interno leve para sombreamento, aumentando ainda mais a área de vidro exposta.

Além disso, as paredes internas pesadas, com dois blocos de concreto de 9cm de espessura, devolvem o calor acumulado ao longo do dia para o ambiente quando a temperatura externa cai e adicionando o forro para evitar perdas, aumentam o atraso térmico em relação ao ambiente exterior.

Como os verões não apresentam temperaturas máximas muito elevadas, as alterações de materialidade propostas não causam aumento das temperaturas internas quando aliadas à ventilação.

## RIBEIRÃO PRETO | ZONA BIOCLIMÁTICA 4 LATITUDE 21°10'40"S

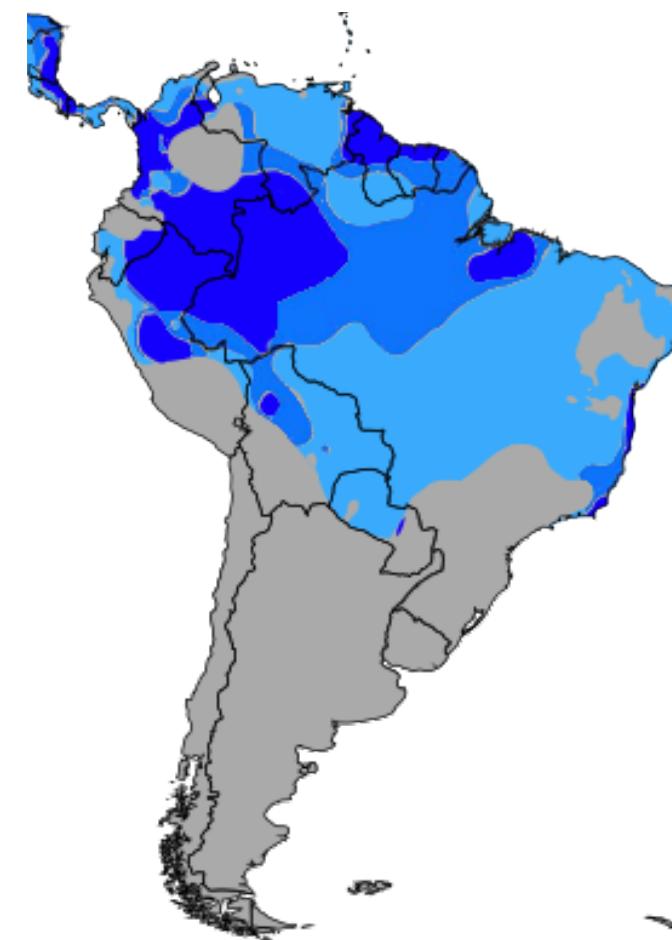
### DIAGNÓSTICO CLIMÁTICO

O clima de Ribeirão Preto é classificado como tropical semiúmido, sendo, segundo a classificação Köppen-Geiger, do tipo Aw.

Tem verões quentes e chuvosos, com temperatura máxima média mensal de cerca de 31°C, podendo chegar a picos de 37°C. As precipitações ocorrem sob a forma de chuva e, em algumas ocasiões, de granizo, podendo vir acompanhadas de raios e trovoadas, e serem de forte intensidade.

Os invernos, influenciados pelas massas de ar seco que atuam no centro-sul do Brasil, são secos e com temperaturas mais amenas, havendo grande amplitude térmica e, ocasionalmente, episódios de frio intenso com míni-

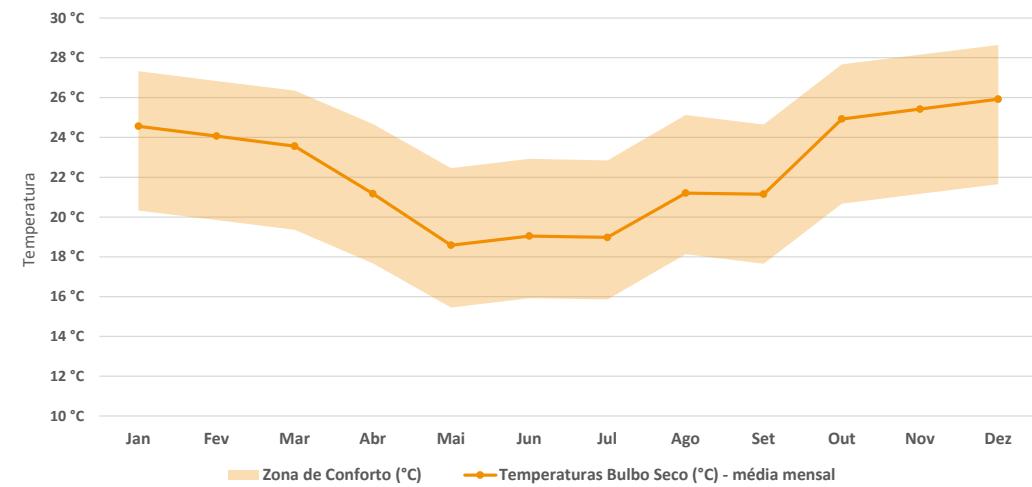
mas abaixo dos 5°C. Os índices de umidade do ar caem drasticamente, podendo cair para abaixo de 30% ou mesmo dos 20%, muito abaixo dos 60% ideais estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS).



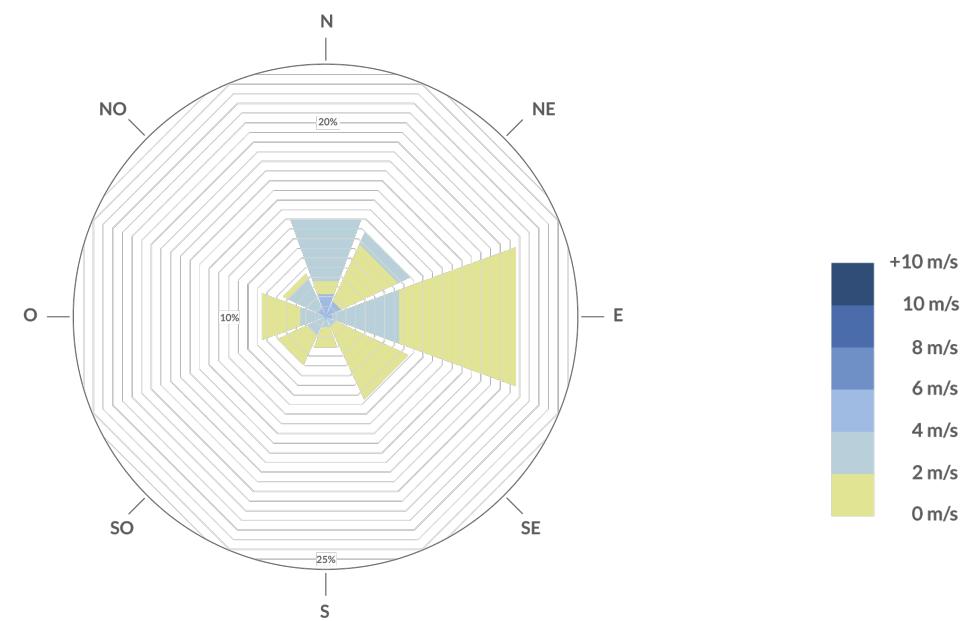
- Clima Tropical Equatorial (Af)
- Clima Tropical Úmido (Am)
- Clima Tropical Semiúmido (Aw)

Distribuição do Clima Tropical na América do Sul

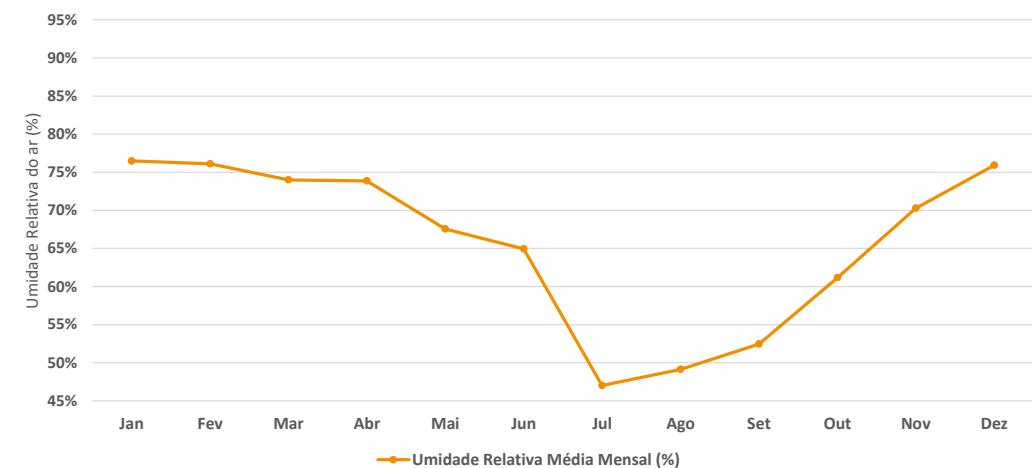
## TEMPERATURA DE BULBO SECO



## ROSA DOS VENTOS



## UMIDADE RELATIVA



\*Fonte dos dados utilizados: Climate.OneBuilding.Org

## DIAGNÓSTICO URBANO

De acordo com a Lei Complementar 2866/2018 , de Macrozoneamento Urbanístico, o terreno selecionado se encontra na Zona de Urbanização Preferencial – ZUP, dentro do Quadrilátero Central da cidade de Ribeirão Preto. É a região do município onde o uso e a ocupação do solo urbano deverão ser incentivados considerando o potencial da infraestrutura urbana existente ou a implantar. Com ocupação mista, é cercado pelas quatro avenidas principais da área, tendo em seu entorno imediato o Mercado Municipal, Terminal Rodoviário, estações de transporte coletivo e grandes praças. A ZUP prevê coeficiente de aproveitamento máximo 3 e taxa de ocupação 70%.

O entorno do terreno escolhido apresenta equipamentos destinados à saúde pública, à educação, cultura e lazer, sendo proposto para o térreo, portanto, a criação de um Ponto de Economia Solidária para que, através do cooperativismo, pessoas em vulnerabilidade social possam fortalecer sua autonomia econômica e social. Soma-se às construções do térreo o objetivo de criar um microclima local a partir do uso de vegetação e coberturas permeáveis, tendo o resfriamento evaporativo como estratégia para levar maior conforto ao ambiente.



Terreno de Projeto

Zona Exclusiva de Pedestres



1 Teatro Pedro II

2 Praça XV de Novembro

3 Praça das Bandeiras

4 Ônibus - Terminal

5 Mercado Municipal e Rodoviária

Área do terreno = 2.660 m<sup>2</sup>



Térreo - Dinâmicas e circulação

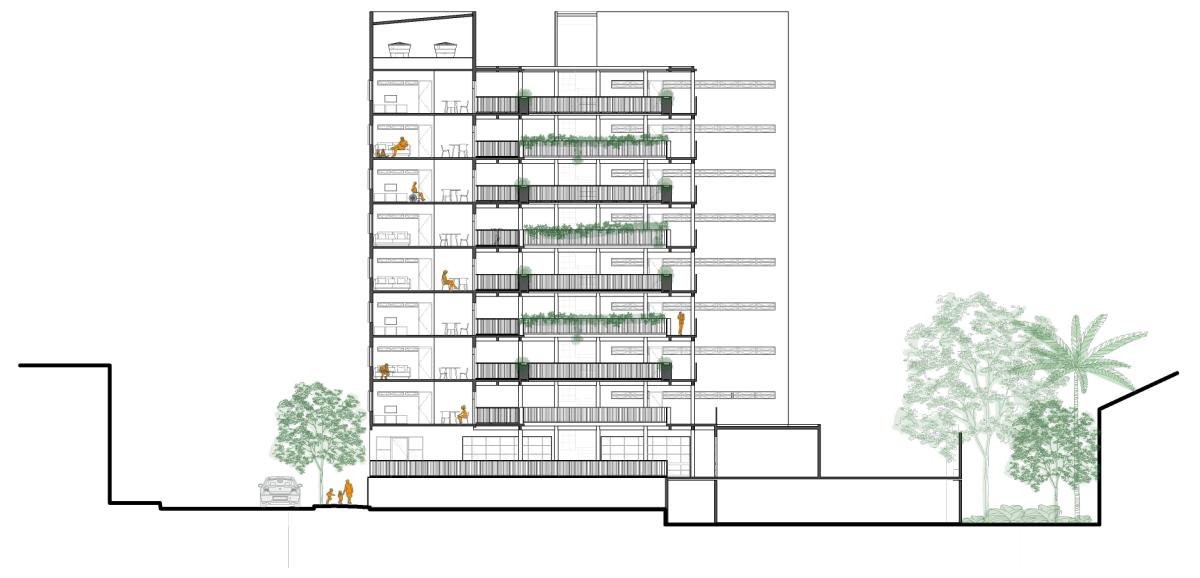
0 10m 20m  
Escala 1:500



Pavimento Tipo

0 10m 20m  
Escala 1:500





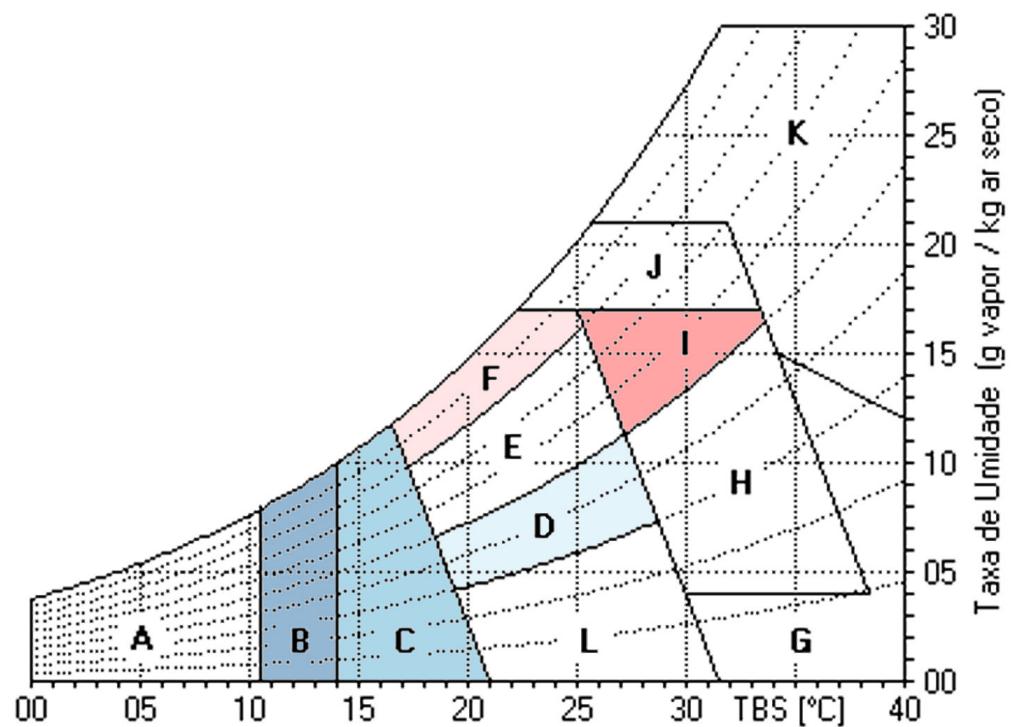
Corte AA



Corte BB

0 10m 20m  
Escala 1:500

## DIRETRIZES PROJETUAIS



A - zona de aquecimento artificial (calefação);  
 B - zona de aquecimento solar da edificação;  
 C - zona de massa térmica para aquecimento;  
 D - zona de conforto térmico (baixa umidade);  
 E - zona de conforto térmico pleno;  
 F - zona de desumidificação (renovação do ar);

G + H - zona de resfriamento evaporativo;  
 H + I - zona de massa térmica de refrigeração;  
 I + J - zona de ventilação;  
 K - zona de refrigeração artificial;  
 L - zona de umidificação do ar.

Carta Bioclimática para Curitiba  
 Fonte: ZBBR (LabEEE - UFSC)

O entorno apresenta edifícios mais altos a norte e oeste, mas pela distância do terreno escolhido, pouco impactam no seu sombreamento. Quanto à implantação, apesar dessas orientações necessitarem de maior atenção, permitiu-se que os ambientes de permanência prolongada se voltassem para todas as orientações. Assim, o conjunto se apresenta de forma perimetral, com oito pavimentos residenciais acima do térreo e recuos das edificações do mesmo quarteirão, com um átrio central, permitindo melhor ventilação e contato com o jardim desenvolvido no térreo. Para ampliar a ação do resfriamento evaporativo para os pavimentos mais altos da torre, foram adicionadas jardineiras à circulação.

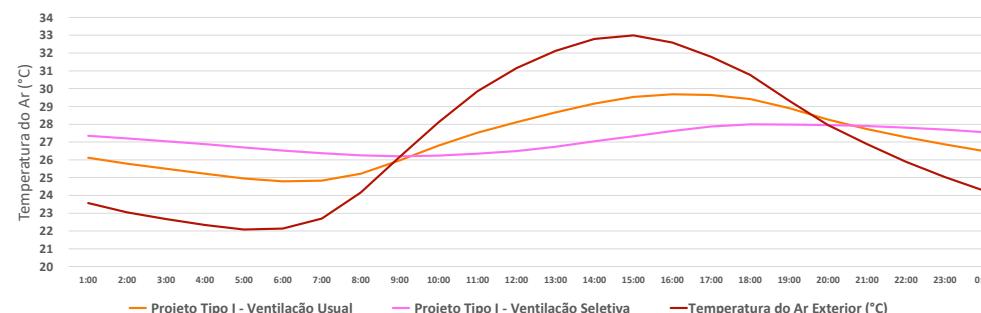
As aberturas dos dormitórios e estares são, em conformidade com a NBR 15220-3, médias, e possuem todas as folhas de abrir, garantindo área máxima para ventilação. Foram propostas persianas de correr externas, sombreando a área de vidro para redução de ganhos desnecessários de radiação por essas, mas permitindo absorção de calor pelas paredes. As aberturas na fachada oposta são altas e basculantes, para iluminação e caminhamento dos ventos. Foram propostas também janelas internas nas paredes entre dormitórios e estar, permitindo ventilação cruzada, mas mantendo a privacidade dos dormitórios.

Por causa da amplitude térmica de Ribeirão Preto, pode-se alcançar maior conforto térmico no interior das unidades se as aberturas permanecerem fechadas durante os períodos mais quentes do dia, evitando a entrada do calor do ambiente externo, e sendo abertas para ventilação noturna,

para remoção do calor gerado internamente ao longo do dia.

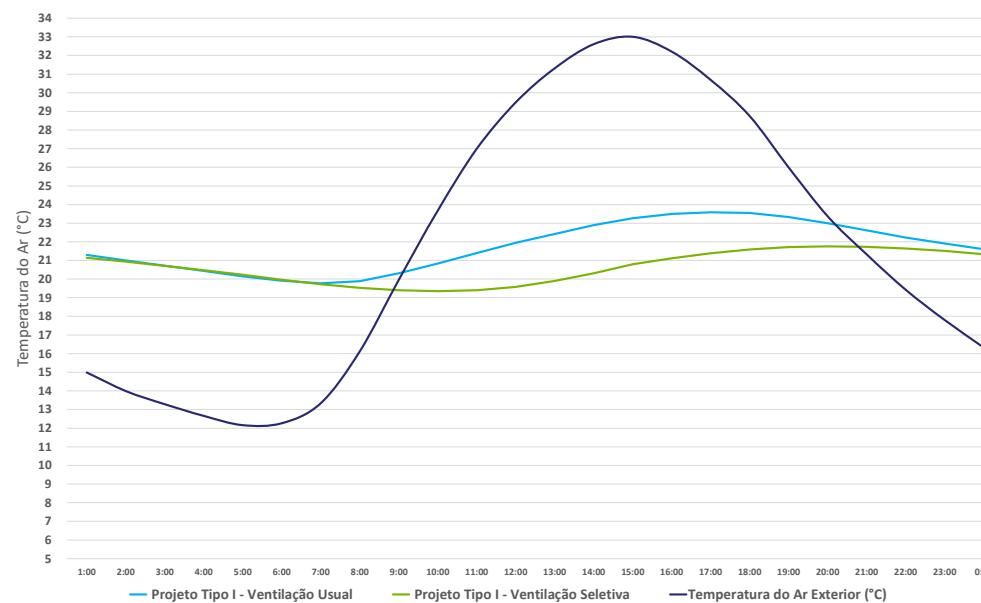
#### COMPARATIVO DE VENTILAÇÃO - VERÃO

TIPO I - DORM 1



#### COMPARATIVO DE VENTILAÇÃO - INVERNO

TIPO I - DORM 1

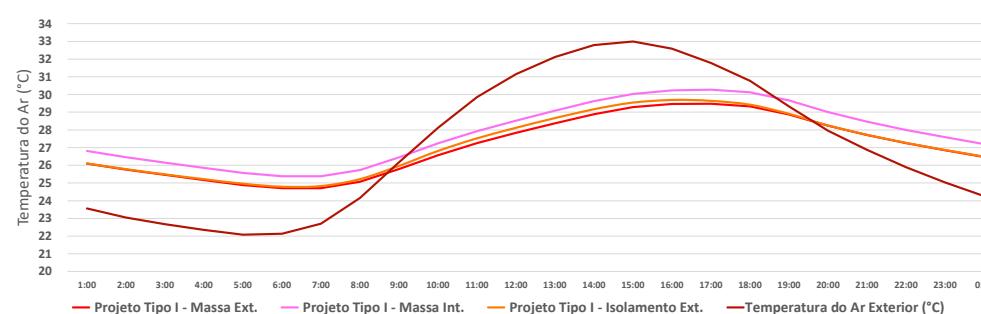


As paredes entre unidades pouco afetarão a questão térmica, mas são essenciais para o isolamento acústico entre as unidades. Desse modo, são compostas por dois blocos de concreto de 9cm com 4cm de camada de ar entre eles.

As paredes externas devem ser pesadas, com alta capacidade térmica, aumentando a massa térmica da edificação. É fundamental que a vedação apresente um grande atraso térmico, fazendo com que a edificação permaneça mais fresca durante o dia e não sofra com os impactos da grande oscilação térmica do ambiente externo. Para isso, foram utilizados dois blocos de concreto de 9cm de espessura que, quando espaçados, formam uma camada de isolamento. Esse isolamento gera pouca diferença no verão mas, no inverno, faz com que as temperaturas internas sejam, apesar de bastante amortecidas em relação ao exterior, um pouco mais quentes que quando apenas pesadas. A combinação de paredes externas leves e internas pesadas não se adequa aqui, pois o calor é rapidamente conduzido para o interior da unidade durante o período mais quente do dia, não sendo a ventilação natural suficiente para removê-lo.

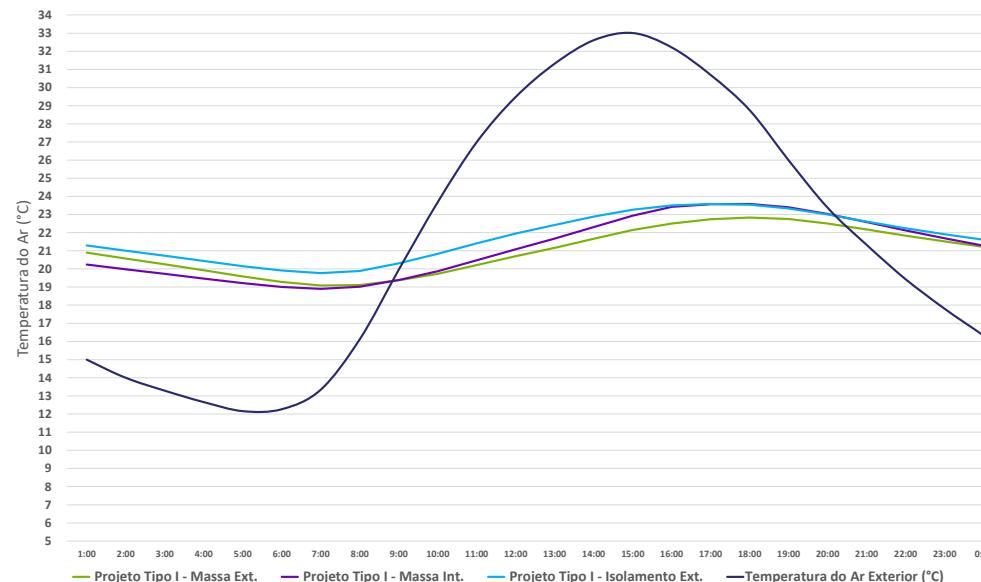
### COMPARATIVO DE PAREDES EXTERNAS - VERÃO

TIPO I-DORM 1



### COMPARATIVO DE PAREDES EXTERNAS - INVERNO

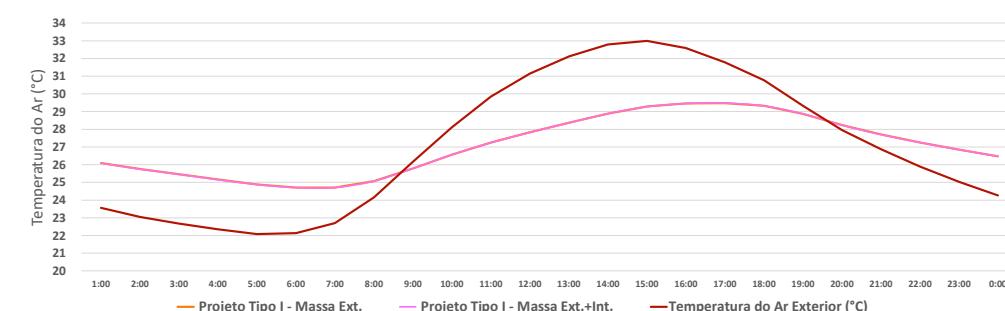
TIPO I-DORM 1



Com as paredes externas pesadas, observa-se pouca diferença entre uso de paredes internas mais leves ou pesadas . Assim, optou-se pela opção mais convencional de paredes de bloco de concreto de 14cm.

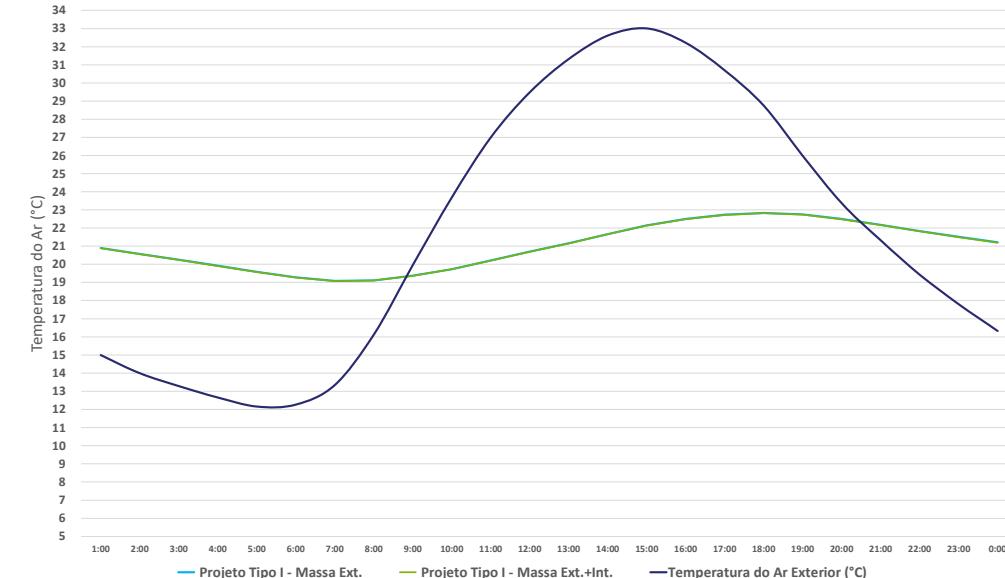
### COMPARATIVO DE PAREDES INTERNAS - VERÃO

TIPO I-DORM 1



### COMPARATIVO DE PAREDES INTERNAS - INVERNO

TIPO I-DORM 1

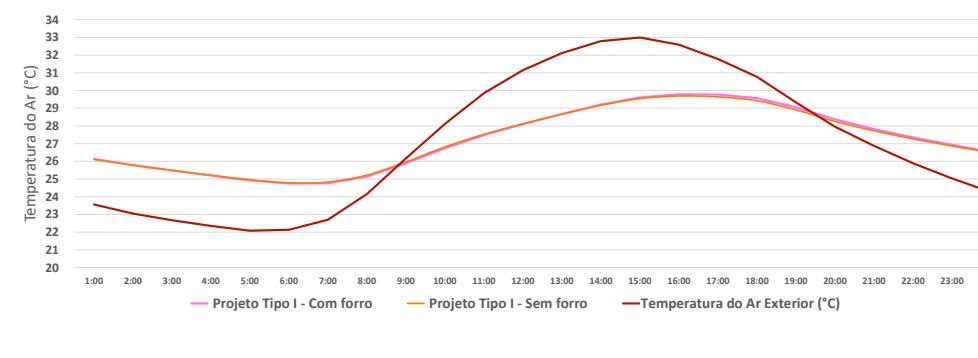


Visando a incrementar o movimento do ar nas noites mais quentes, recomenda-se a instalação de ventiladores de teto. Assim, definiu-se um pé direito de 2,80m, mantendo uma distância mínima de 2,30m das pontas das pás até o piso.

A instalação de forro abaixo das lajes não produziu efeitos significativos no verão e, adicionalmente, intensificou o frio no interior dos ambientes no inverno, de forma que essa solução foi descartada.

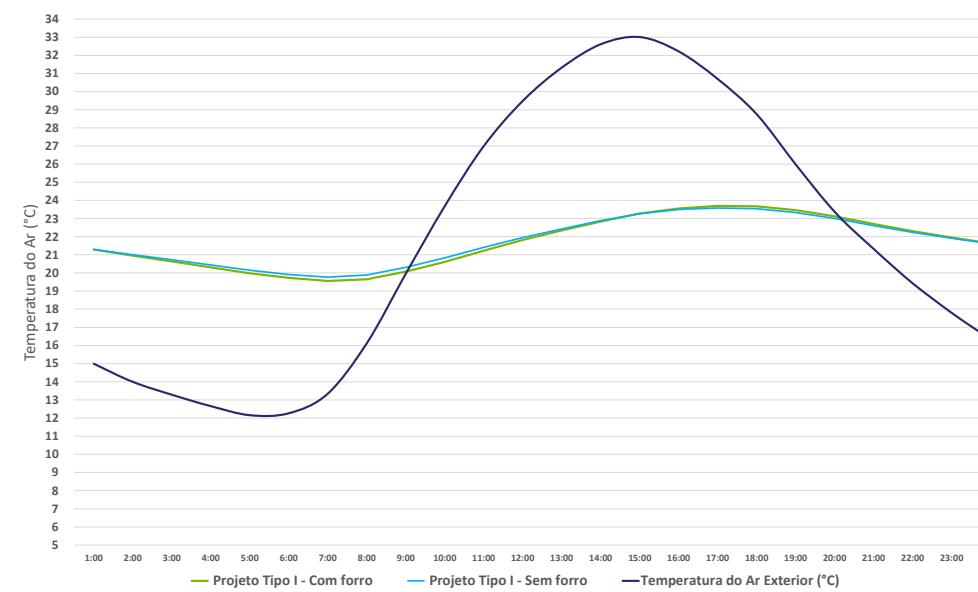
#### COMPARATIVO DE FORRO - VERÃO

##### TIPO I -DORM 1



#### COMPARATIVO DE FORRO- INVERNO

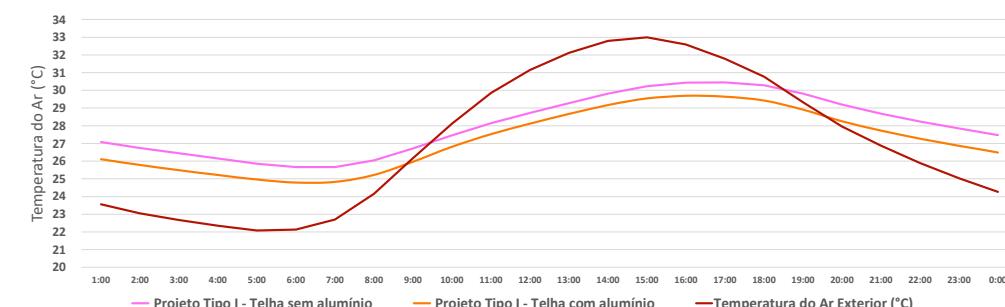
##### TIPO I -DORM 1



Quanto à cobertura, optou-se por instalar lâminas de alumínio abaixo das telhas cerâmicas. A lâmina de alumínio funciona como uma subcobertura que atua como barreira à transferência de radiação. Sua alta refletância e baixa emissividade faz com que o calor que chega através de radiações seja refletido e, o pouco que é absorvido, não seja emitido para a laje de cobertura.

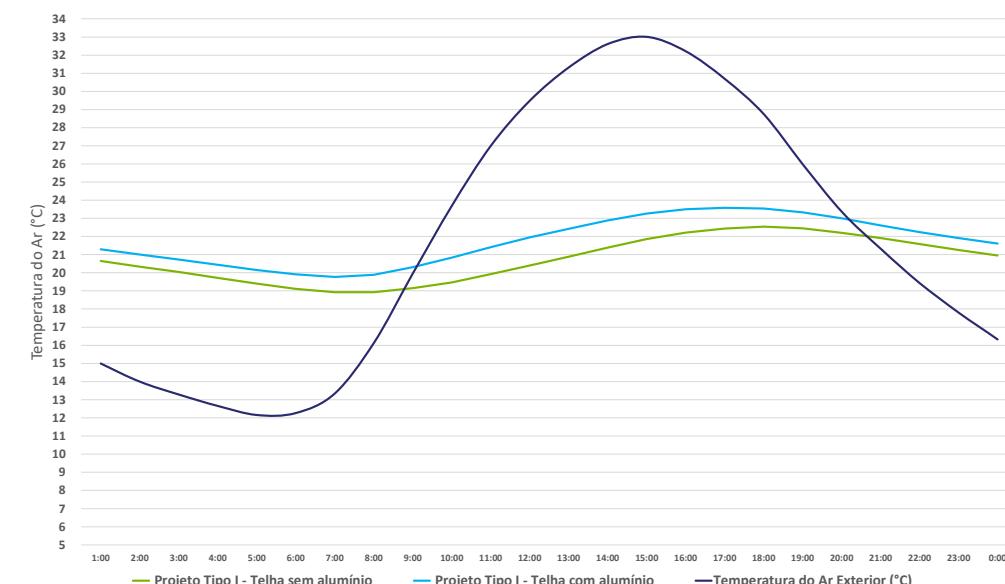
#### COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - VERÃO

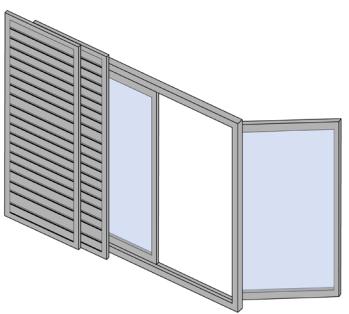
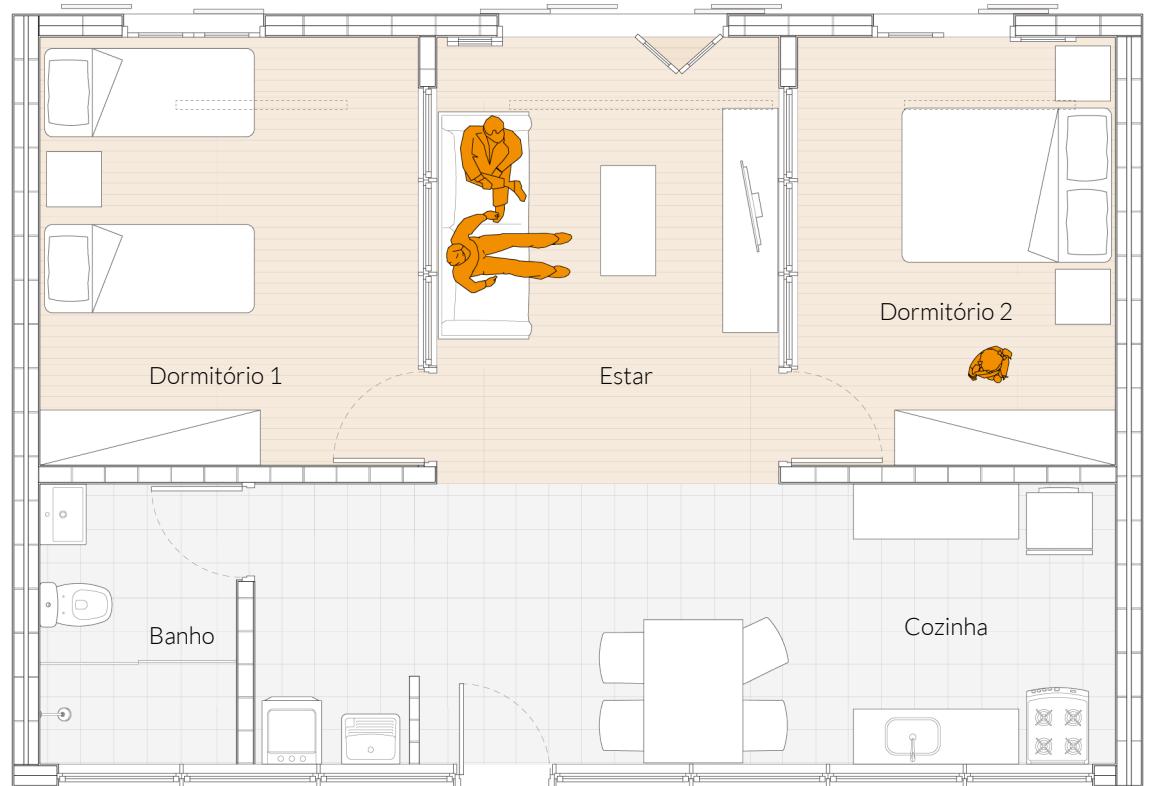
##### TIPO I -DORM 1



#### COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - INVERNO

##### TIPO I -DORM 1



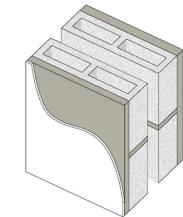


#### ABERTURAS PRINCIPAIS

Janelas de abrir com sombreamento externo - 1,20 x 1,20m  
Vidro simples - 6mm FS = 81%  
Abertura para ventilação natural - 90%

#### ABERTURA BANHO

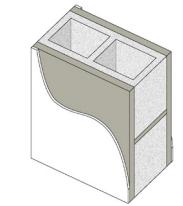
Janelas basculantes de duas folhas - 0,60 x 1,20m  
Vidro simples - 6mm FS = 81%  
Abertura para ventilação natural - 90%



#### PAREDES EXTERNAS

Argamassa com pintura clara - 3cm  
Bloco de concreto - 9x19x39cm  
Camada de ar - 4cm  
Bloco de concreto - 9x19x39cm  
Argamassa - 2,5cm  
Gesso corrido - 0,5cm

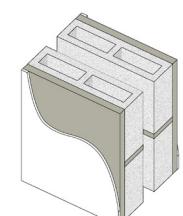
Transmitância:  
 $U = 1,57 \text{ W/m}^2\text{K}$



#### PAREDES INTERNAS

Gesso corrido - 0,5cm  
Argamassa - 2,5cm  
Bloco de concreto - 14x19x39cm  
Argamassa - 2,5cm  
Gesso corrido - 0,5cm

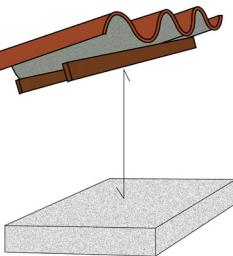
Transmitância:  
 $U = 2,81 \text{ W/m}^2\text{K}$



#### PAREDES ENTRE UNIDADES

Gesso corrido - 0,5cm  
Argamassa - 2,5cm  
Bloco de concreto - 9x19x39cm  
Camada de ar - 4cm  
Bloco de concreto - 9x19x39cm  
Argamassa - 2,5cm  
Gesso corrido - 0,5cm

Transmitância:  
 $U = 1,54 \text{ W/m}^2\text{K}$



#### COBERTURAS

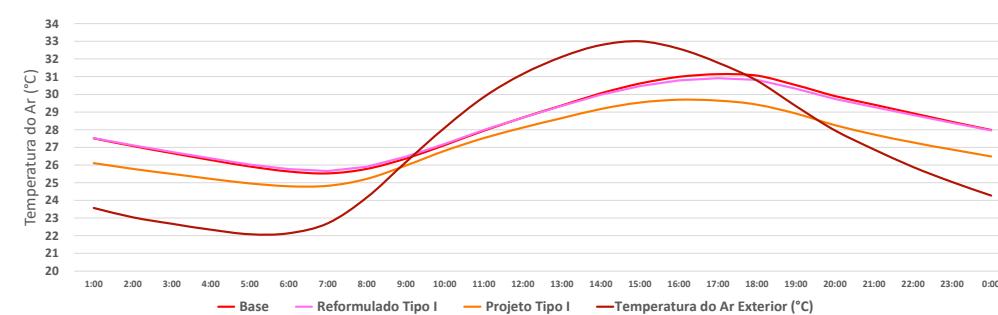
Telha ceramica - 1,5cm  
Lâmina de alumínio  
Laje de concreto armado - 10cm  
Gesso corrido - 0,5cm

Transmitância:  
 $U = 2,08 \text{ W/m}^2\text{K}$

Desse modo, a situação final de projeto se compara com os demais cenários assim:

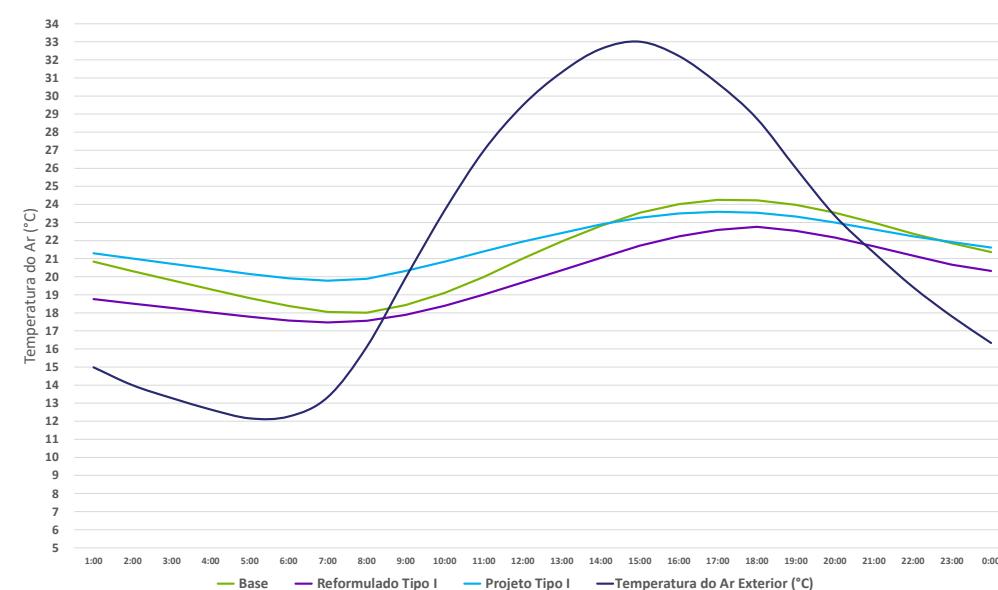
#### COMPARATIVO GERAL - VERÃO

##### TIPO I -DORM 1



#### COMPARATIVO GERAL - INVERNO

##### TIPO I -DORM 1



Contrapostos exclusivamente os cenários da unidade base e reformulada percebe-se que a mudança da configuração da planta com a inversão de orientação dos ambientes de estar gera maior ganho de calor no verão, com um pequeno aumento da temperatura máxima e menor ganho no inverno, causando redução geral das temperaturas mínimas internas.

Entretanto, considerando-se o cenário de projeto, as paredes externas, mais pesadas e isolantes, se beneficiam desse maior ganho de calor, reduzindo a amplitude térmica em relação ao exterior e propiciando um ambiente termicamente mais amortecido, principalmente no inverno. Soma-se a isso o sombreamento externo das aberturas dos ambientes de permanência prolongada, que faz com que as temperaturas do verão sejam consideravelmente reduzidas.

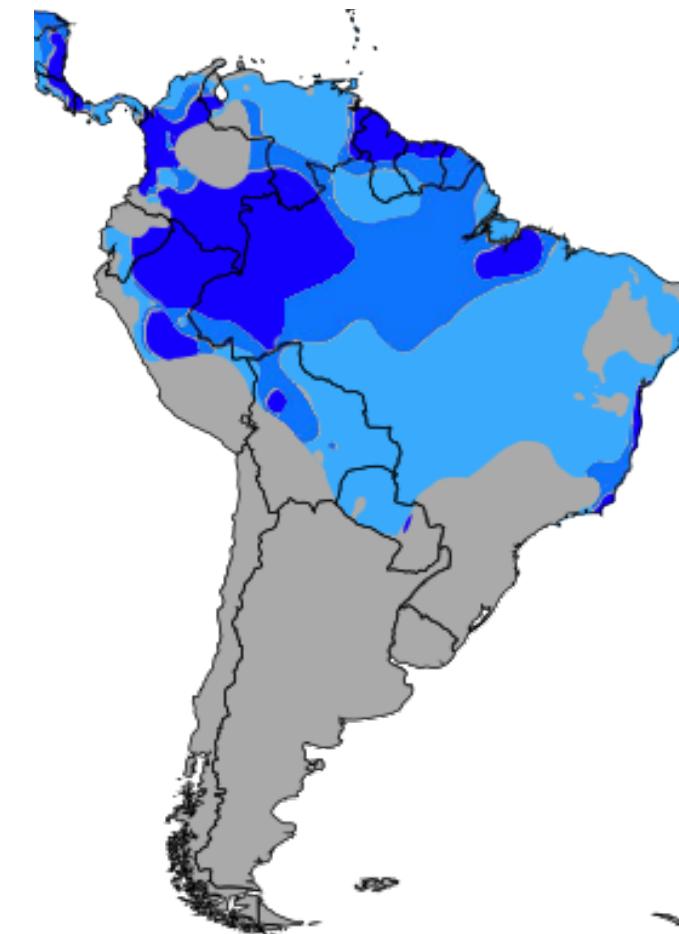
Vale ressaltar que o cenário aqui comparado considera as aberturas sendo operadas de modo habitual, sendo abertas no período diurno e fechadas no período noturno. Contudo, as diferenças de temperatura e amortecimento são ainda mais consideráveis quando se considera o uso da ventilação noturna.

## SALVADOR | ZONA BIOCLIMÁTICA 8 LATITUDE 12°58'16"S

### DIAGNÓSTICO CLIMÁTICO

O clima de Salvador é classificado como tropical equatorial, sendo, segundo a classificação Köppen-Geiger, do tipo Af.

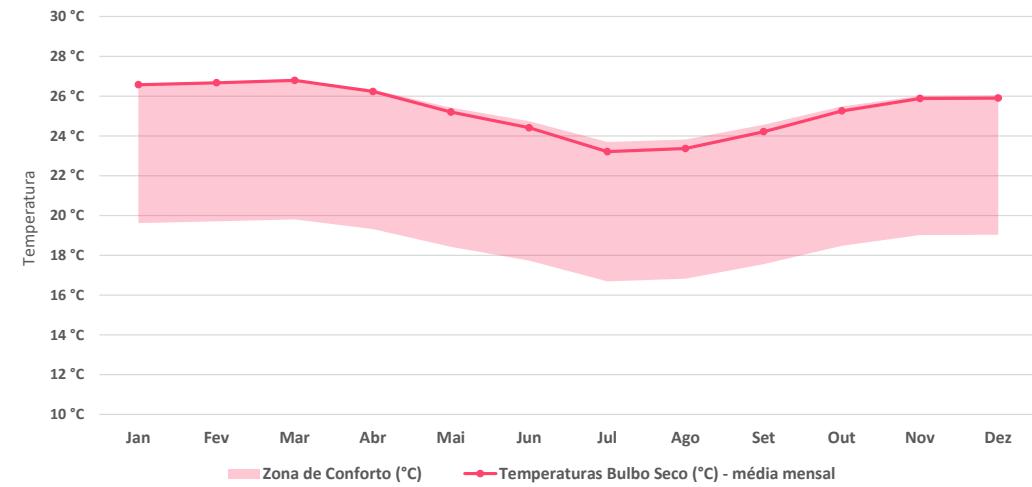
Tem temperaturas relativamente constantes ao longo do ano, com média anual em torno dos 25°C e precipitações abundantes, principalmente entre os meses de junho e outubro, sem estação seca discernível, podendo ficar abaixo dos 20°C no inverno e acima de 30°C no verão.



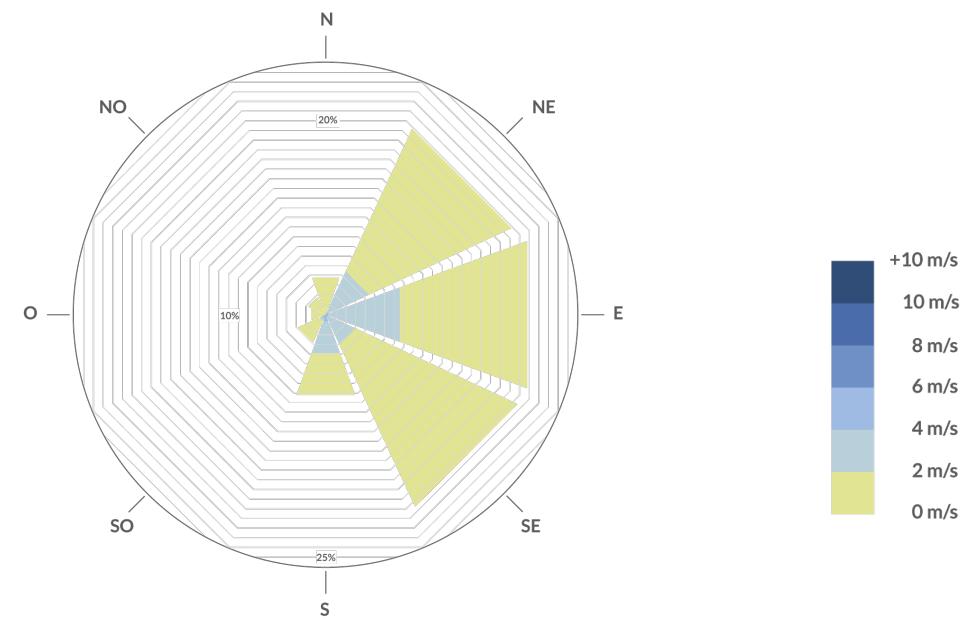
- Clima Tropical Equatorial (Af)
- Clima Tropical Úmido (Am)
- Clima Tropical Semiúmido (Aw)

Distribuição do Clima Tropical na América do Sul

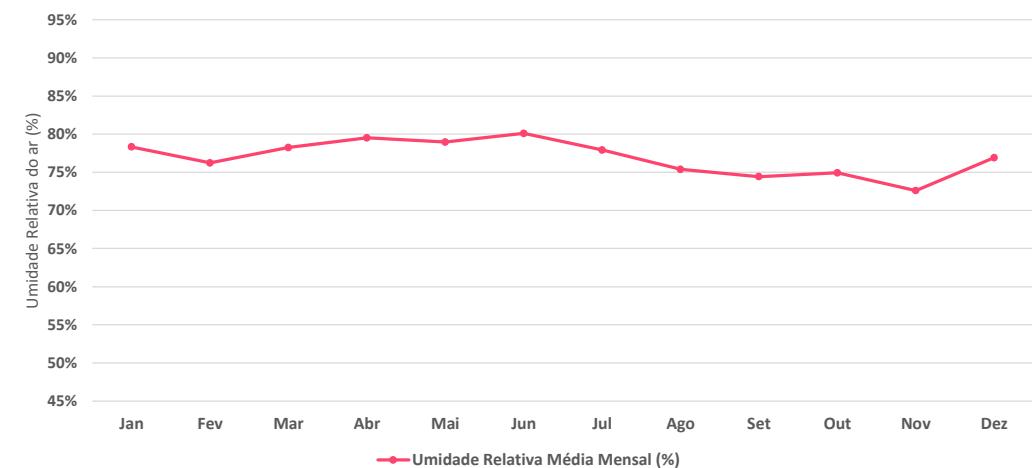
## TEMPERATURA DE BULBO SECO



## ROSA DOS VENTOS



## UMIDADE RELATIVA



\*Fonte dos dados utilizados: Climate.OneBuilding.Org

## DIAGNÓSTICO URBANO

O terreno selecionado se encontra na Zona Centralidade – ZCMe-1, área na cidade de Salvador que busca a promoção da transformação urbana, com foco no pedestre e no transporte coletivo para estimular a ocupação por usos habitacionais, comerciais e de prestação de serviços. Com fachadas ativas ao longo do eixo do transporte de massa, visa também à melhoria do padrão de desenho urbano e do conforto ambiental, com ampliação e adequação dos espaços públicos, áreas verdes, equipamentos e mobiliário urbano, favorecendo a sociabilidade urbana. Com essas pretenções em vista, vale mencionar a presença do Rio Camaragibe, canalizado e paralelo à avenida, na outra frente do lote. Atualmente, as margens são impermeabilizadas, ocupadas por estacionamentos privados, mas é possível pensar na implantação futura de um parque linear. A ZCMe-1 prevê coeficiente de aproveitamento máximo 4 e taxa de ocupação 60%.

O bairro Caminho das Árvores, onde se localiza o terreno, é parte da Região Administrativa de Pituba/Costa Azul e, segundo Azevedo (2015), é um dos bairros de Salvador com população de maior poder aquisitivo e majoritariamente branca e também o bairro que recebeu maior investimento público pela prefeitura de Salvador. Próximo a alguns equipamentos de educação e da Rede SARAH, carece de espaços de lazer e de espaços de acolhimento à população em maior situação de vulnerabilidade, que busco

trazer para esse espaço. Assim, propõe-se um Restaurante Popular e um espaço verde que permeia o quarteirão e cria uma conexão com o Rio Camaragibe.



Terreno de Projeto

Rio Camarajibe

1 Metrô - Estação

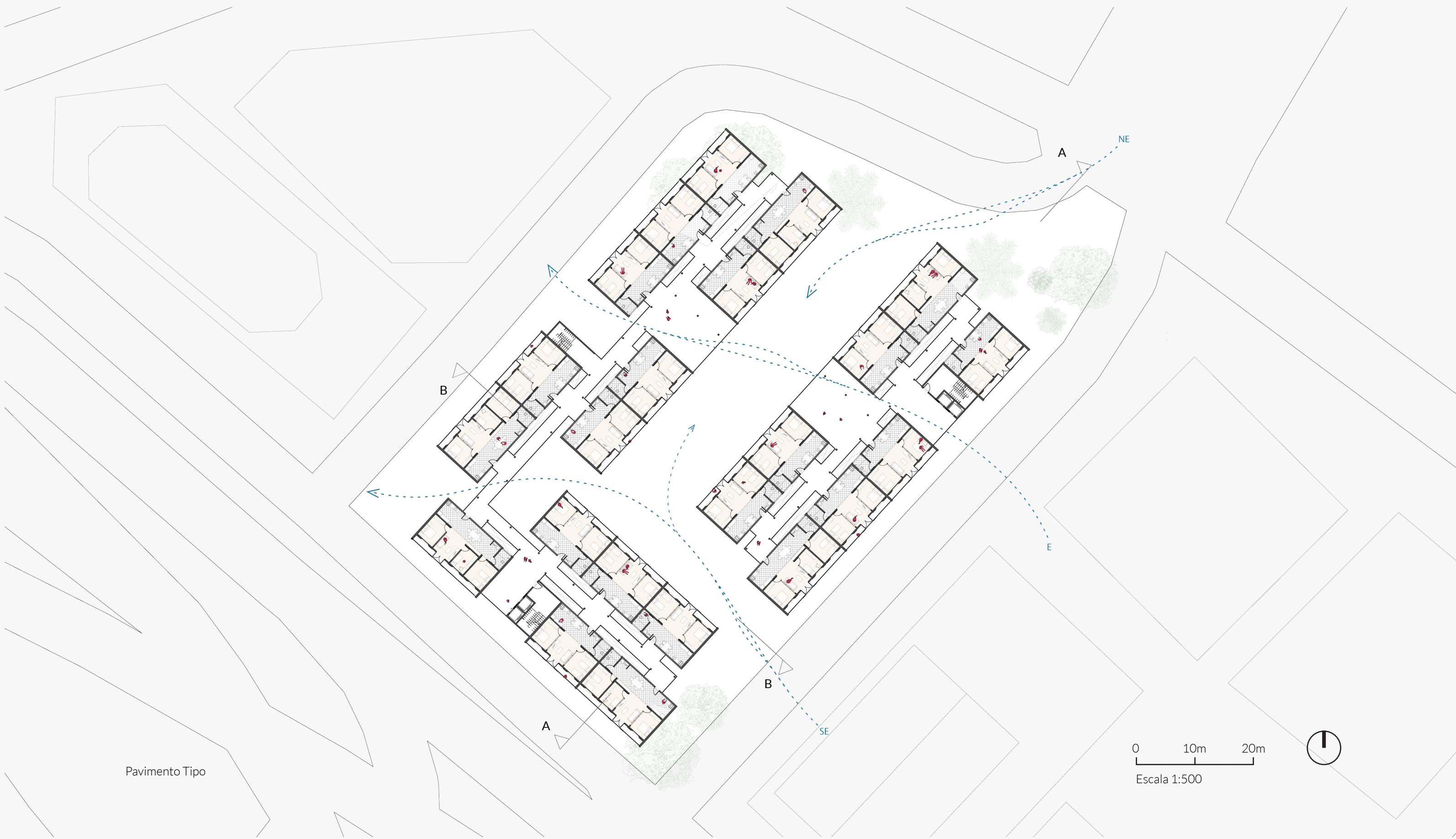
2 Salvador Shopping

3 Ônibus - Corredor

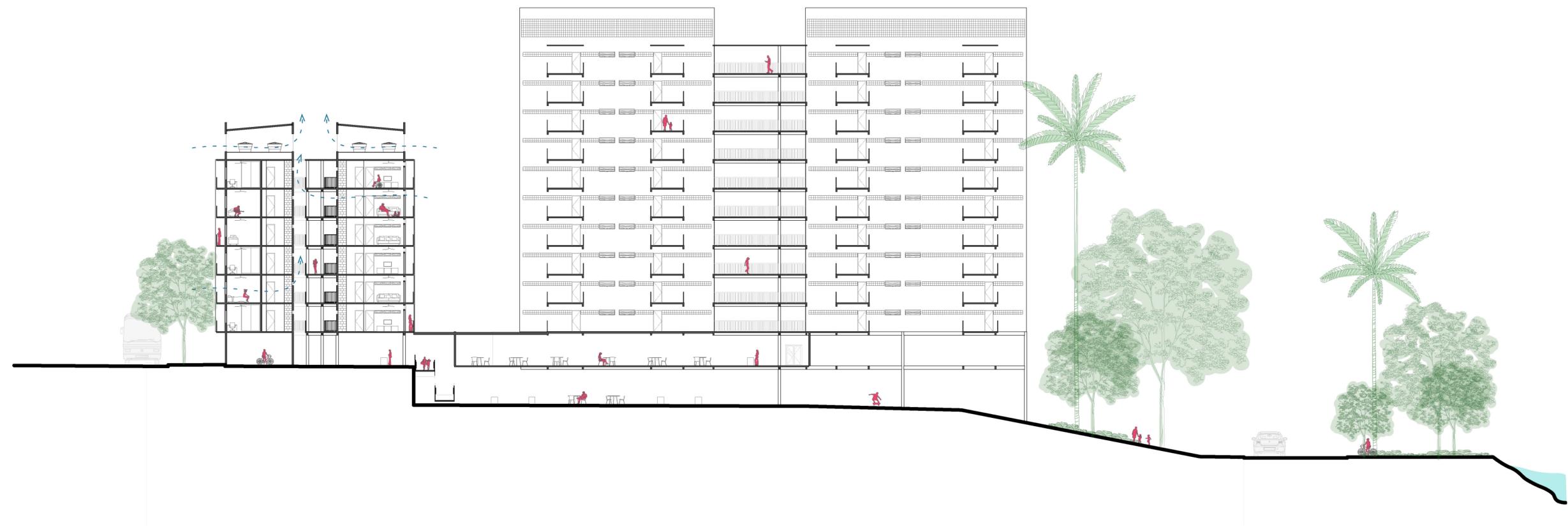
Área do terreno = 4.460 m<sup>2</sup>



Pavimento Tipo

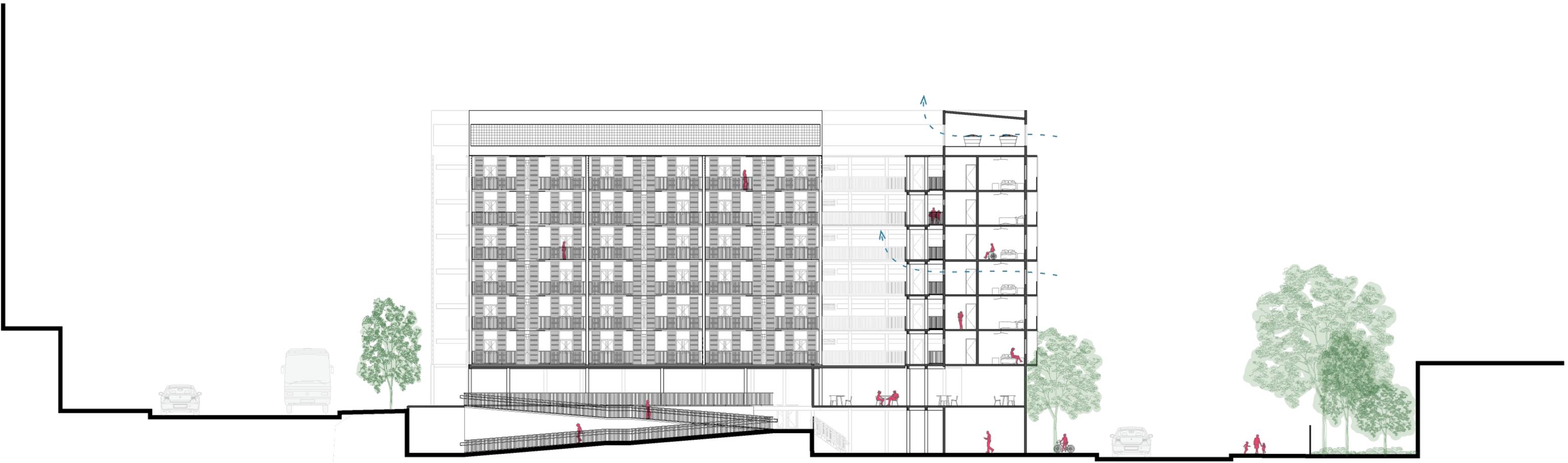


0 10m 20m  
Escala 1:500



Corte AA

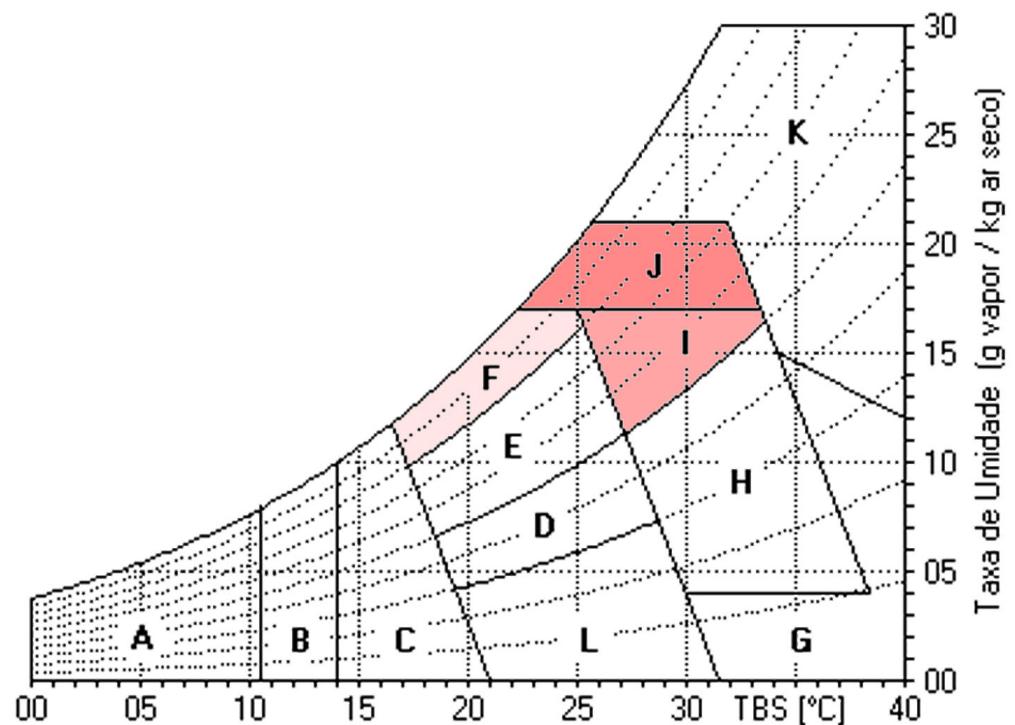
0 10m 20m  
Escala 1:500



Corte BB

0 10m 20m  
Escala 1:500

## DIRETRIZES PROJETUAIS



A - zona de aquecimento artificial (calefação);  
 B - zona de aquecimento solar da edificação;  
 C - zona de massa térmica para aquecimento;  
 D - zona de conforto térmico (baixa umidade);  
 E - zona de conforto térmico pleno;  
 F - zona de desumidificação (renovação do ar);

G + H - zona de resfriamento evaporativo;  
 H + I - zona de massa térmica de refrigeração;  
 I + J - zona de ventilação;  
 K - zona de refrigeração artificial;  
 L - zona de umidificação do ar.

Carta Bioclimática para Curitiba  
 Fonte: ZBBR (LabEEE - UFSC)

O terreno escolhido compõe a totalidade do quarteirão, fazendo com que os edifícios do entorno sejam relativamente distantes com a presença de apenas um edifício mais alto próximo a sudeste.

Quanto à implantação, permitiu-se que os ambientes de permanência prolongada se voltassem para todas as orientações. Assim, o conjunto se apresenta margeando o terreno em dois blocos, com as unidades articuladas por um corredor central: um em L, com seis pavimentos residenciais acima do térreo, e um linear, a sudeste, com dez pavimentos residenciais acima do térreo. Foram adicionados espaços vazios para auxiliar a ventilação do conjunto, criando também espaços de encontro e convivência.

Devido a pouca amplitude térmica e desconforto apenas por calor ao longo de todo o ano, deve-se sombrear tanto as aberturas, quanto as paredes do conjunto. Por Salvador se apresentar em uma latitude onde há insolação direta no verão na fachada sul, cabe aplicar a mesma solução para todas as orientações.

As aberturas dos dormitórios e estares são, em conformidade com a NBR 15220-3, grandes, e possuem todas as folhas de abrir, garantindo área máxima para ventilação. Foram propostas varandas em todas as unidades, atuando como elemento de sombreamento horizontal, e, para os dormitórios, persianas de correr externas, ultrapassando as dimensões das janelas. Foram propostas janelas internas nas paredes entre dormitórios e estar, permitindo ventilação cruzada, mas mantendo a privacidade dos dormitórios, e cobogós acima da porta da varanda e na fachada oposta,

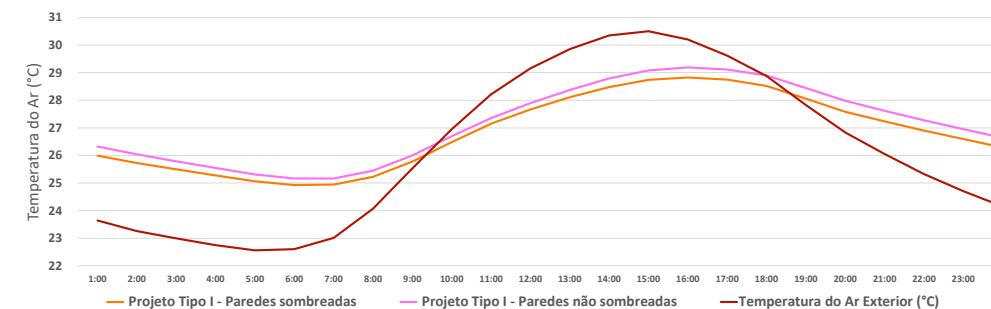
para garantir iluminação difusa e ventilação permanente.

As paredes entre unidades pouco afetarão a questão térmica, mas são essenciais para o isolamento acústico entre as unidades. Desse modo, são compostas por dois blocos de concreto de 9cm com 4cm de camada de ar entre eles.

As paredes externas devem ser leves e refletoras, com baixa capacidade térmica, evitando reter calor ao longo do dia. Assim, serão utilizados blocos de concreto de 14cm de espessura tanto interna quanto externamente.

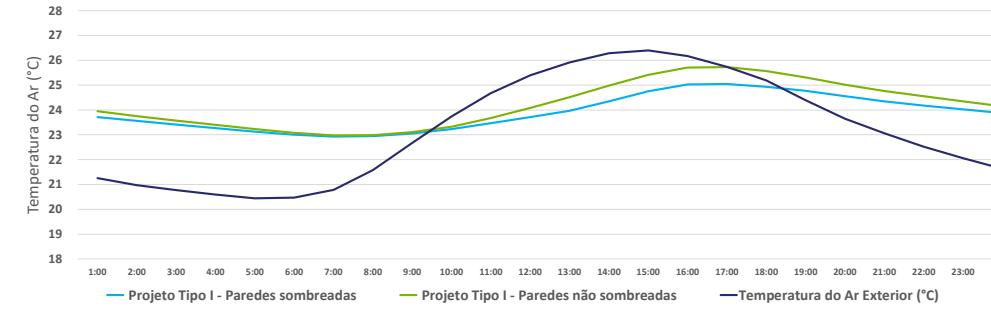
#### COMPARATIVO DE SOMBREAMENTO - VERÃO

TIPO I -DORM 1



#### COMPARATIVO DE SOMBREAMENTO - INVERNO

TIPO I -DORM 1

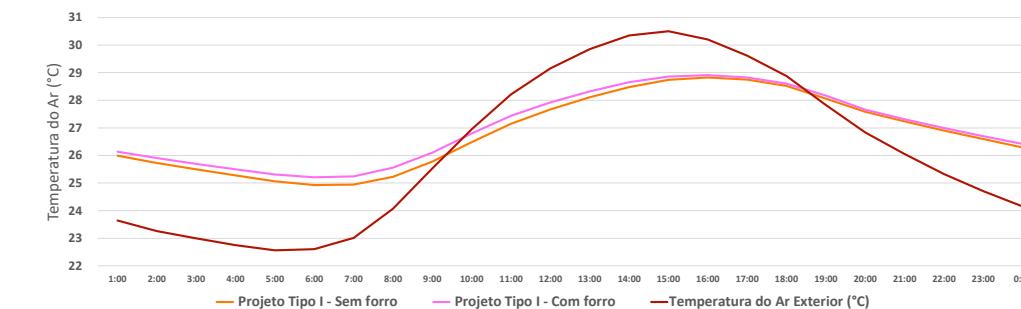


Visando a incrementar o movimento do ar em momentos em que a ventilação natural não seja suficiente, recomenda-se a instalação de ventiladores de teto. Assim, definiu-se um pé direito de 2,80m, mantendo uma distância mínima de 2,30m das pontas das pás até o piso.

A instalação de forro abaixo das lajes aumentou as temperaturas internas tanto no verão quanto no inverno, de forma que essa solução foi descartada.

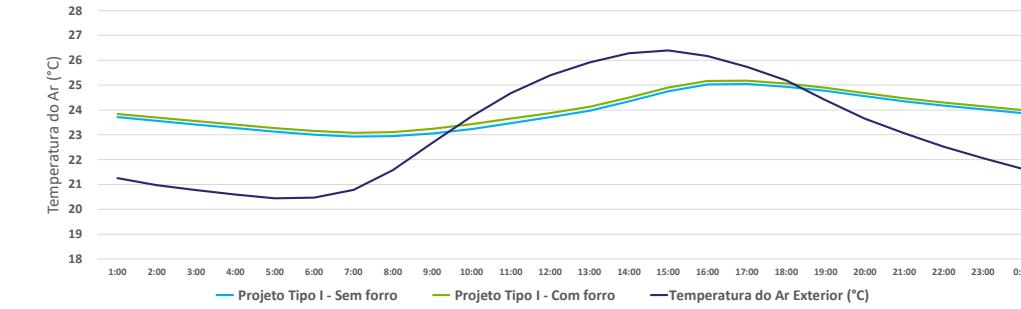
#### COMPARATIVO DE FORRO - VERÃO

TIPO I -DORM 1



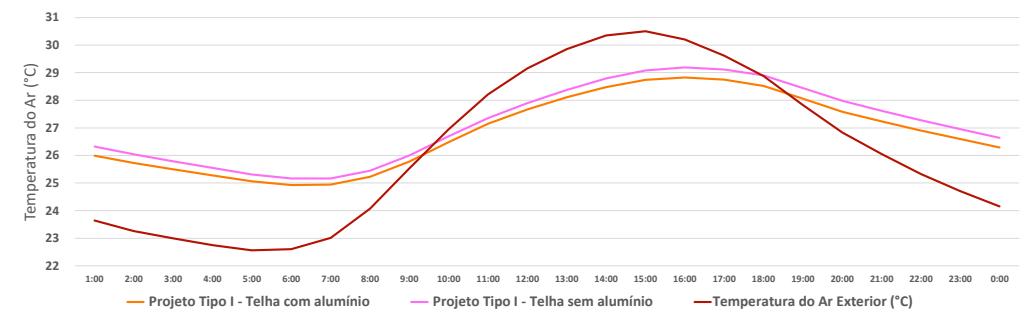
#### COMPARATIVO DE FORRO - INVERNO

TIPO I -DORM 1

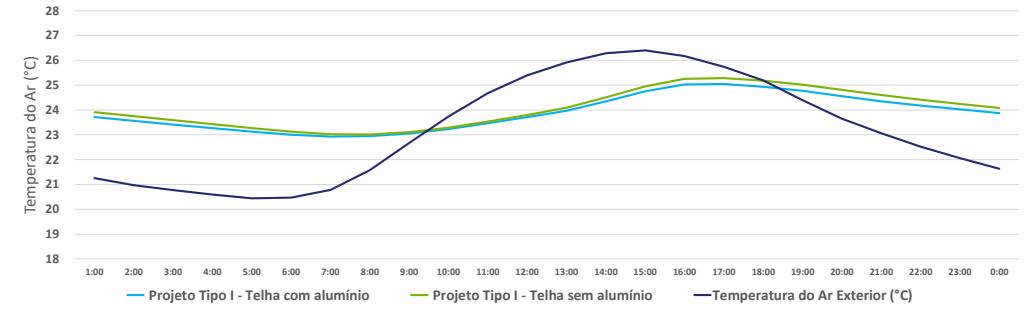


Quanto à cobertura, optou-se por instalar lâminas de alumínio abaixo das telhas cerâmicas. A lâmina de alumínio funciona como uma subcobertura que atua como barreira à transferência de radiação. Sua alta refletância e baixa emissividade faz com que o calor que chega através de radiações seja refletido e, o pouco que é absorvido, não seja emitido para a laje de cobertura. Além disso, propõe-se o uso de cobogós no fechamento do ático, para que esse também seja permanentemente ventilado.

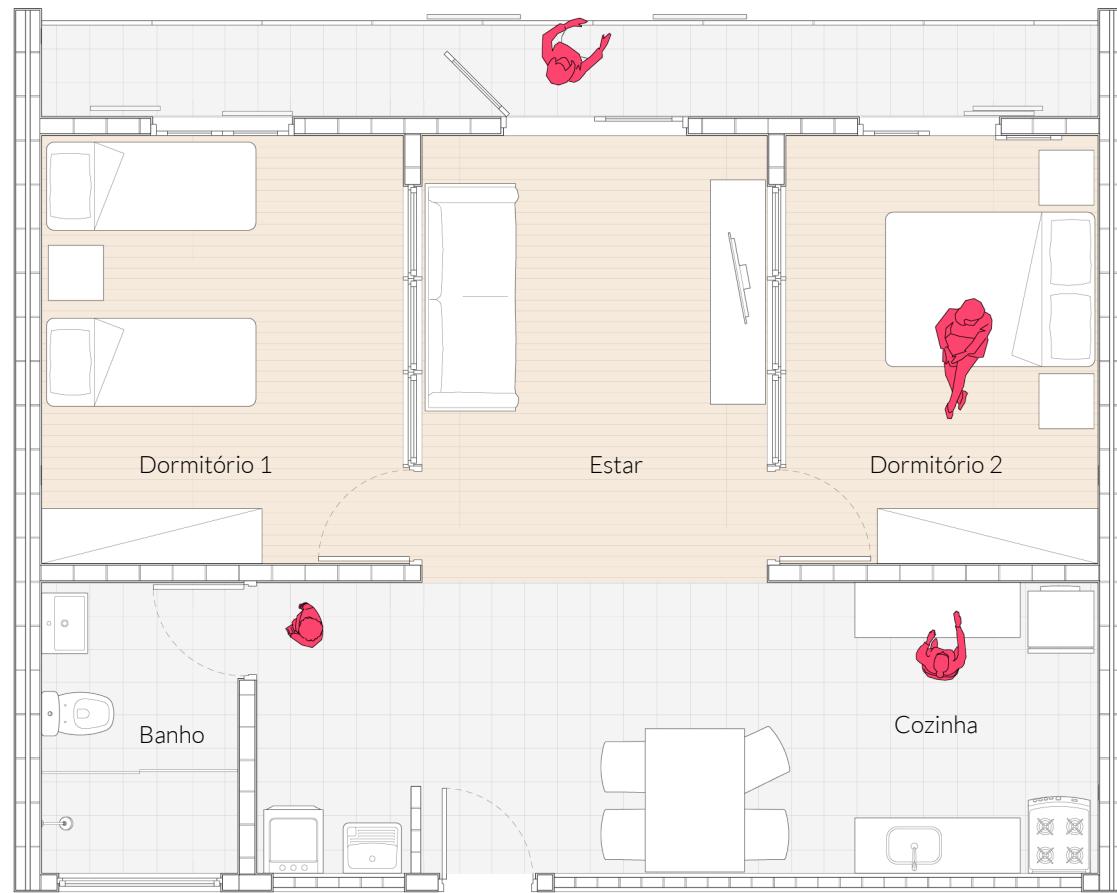
#### COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - VERÃO TIPO I -DORM 1



#### COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - INVERNO TIPO I -DORM 1



Contudo, o condicionamento passivo pode ainda ser insuficiente no período mais quente do ano, sendo necessário o uso de resfriamento artificial.

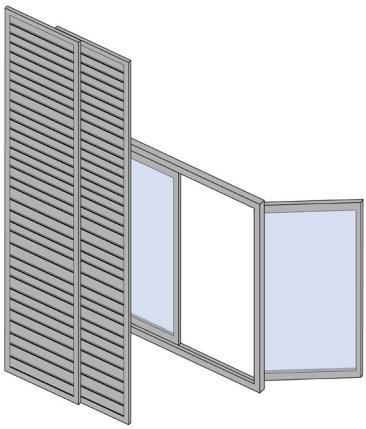


#### ABERTURAS PRINCIPAIS

Janelas de abrir com sombreamento externo - 1,20 x 1,20m  
Vidro simples - 6mm FS = 81%  
Abertura para ventilação natural - 90%

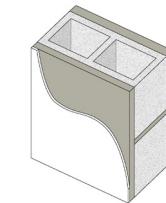
#### ABERTURA BANHO

Janelas basculantes de duas folhas - 0,60 x 1,20m  
Vidro simples - 6mm FS = 81%  
Abertura para ventilação natural - 90%



#### PAREDES EXTERNAS

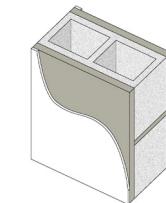
Argamassa com pintura clara - 3cm  
Bloco de concreto - 14x19x39cm  
Argamassa - 2,5cm  
Gesso corrido - 0,5cm



Transmitância:  
 $U = 2,90 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### PAREDES INTERNAS

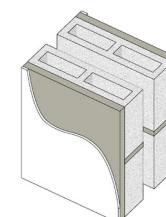
Gesso corrido - 0,5cm  
Argamassa - 2,5cm  
Bloco de concreto - 14x19x39cm  
Argamassa - 2,5cm  
Gesso corrido - 0,5cm



Transmitância:  
 $U = 2,81 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### PAREDES ENTRE UNIDADES

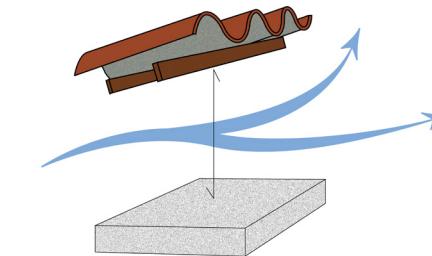
Gesso corrido - 0,5cm  
Argamassa - 2,5cm  
Bloco de concreto - 9x19x39cm  
Camada de ar - 4cm  
Bloco de concreto - 9x19x39cm  
Argamassa - 2,5cm  
Gesso corrido - 0,5cm



Transmitância:  
 $U = 1,54 \text{ W/m}^2\text{K}$

#### COBERTURAS

Telha ceramica - 1,5cm  
Lâmina de alumínio  
Laje de concreto armado - 10cm  
Gesso corrido - 0,5cm

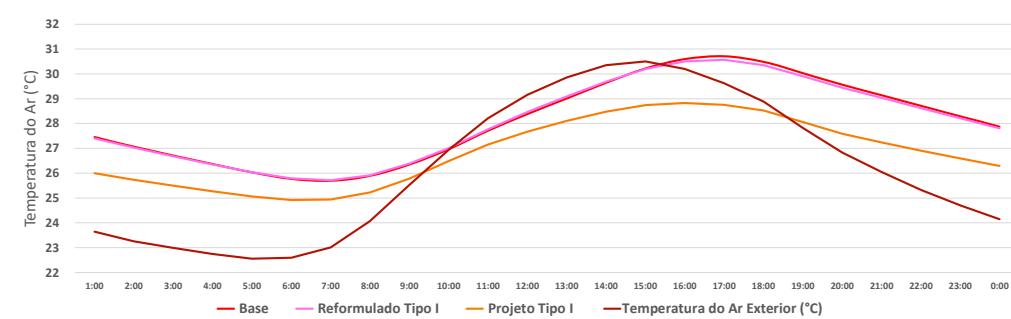


Transmitância:  
 $U = 2,08 \text{ W/m}^2\text{K}$

Desse modo, a situação final de projeto se compara com os demais cenários assim:

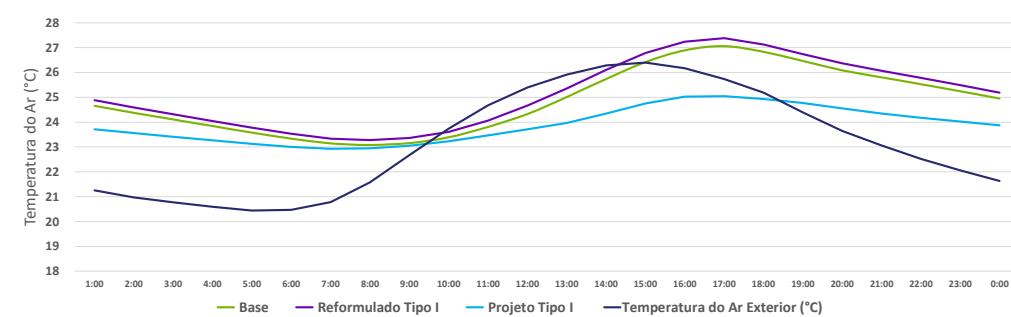
#### COMPARATIVO GERAL - VERÃO

##### TIPO I -DORM 1



#### COMPARATIVO GERAL - INVERNO

##### TIPO I -DORM 1



Dado o clima tropical equatorial de Salvador e suas temperaturas relativamente constantes ao longo do ano, não se percebem grandes diferenças na resposta do edifício proposto durante o verão ou inverno. Assim como para Ribeirão Preto, percebe-se que a mudança da configuração da planta com a inversão da orientação dos ambientes de estar gera maior ganho de calor, com um pequeno aumento da temperatura máxima.

No entanto, no cenário de projeto, a substituição das janelas de correr por janelas de abrir e a adição de cobogós para ventilação permanente propiciam um aumento do fluxo de ar para remoção do calor, E, como fator mais relevante, o sombreamento das aberturas e das paredes durante o ano todo reduz significativamente os ganhos de calor, acarretando em uma temperatura interna mais baixa e, assim, na redução do desconforto dos usuários.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

Ao buscar entender a produção de habitação de interesse social fora da escala metropolitana de São Paulo, à qual já estava acostumada, me deparei com um carimbo projetual sem qualidade ambiental e humana, que reduz uma vasta diversidade cultural e climatológica do Brasil a uma unidade habitacional formatada apenas para atender parâmetros numéricos mínimos estabelecidos em lei. Projetos que deixam a edificação diretamente exposta às condições climáticas externas, fazendo com que não seja possível restabelecer as condições de conforto de forma passiva e menos honerosa.

Por meio desse trabalho, procurei entender primeiramente os fatores que geraram essa padronização dos empreendimentos financiados pelo PMCMV, para então, por meio do exercício projetual, desconstruí-la.

Busquei mostrar a imprescindibilidade da identificação e caracterização das Zonas Bioclimáticas Brasileiras para o adequado desenvolvimento projetual de habitação, sobretudo quando se trata de Habitação de Interesse Social, e como o entendimento acerca dos componentes construtivos e a utilização de técnicas, materiais e sistemas construtivos simples, que se adequem não só à cultura e clima locais, mas também aos limites financeiros do empreendimento, pode trazer maior dignidade e qualidade ao habitar. Para alcançar as conclusões apresentadas, os métodos de simulação tiveram papel importante para que as diferentes possibilidades levantadas fossem validadas e seu impacto real fosse mensurado comparativamente.

Por fim, após elencar as possibilidades e provocações que trago neste trabalho, acho importante pontuar que, para mim, buscar aprimorar o que consideramos políticas públicas de qualidade e unir caráter técnico e humano é o que faz a prática da boa arquitetura.

## REFERÊNCIAS

---

\_\_\_\_\_.NBR 15220-3: **Desempenho térmico de edificações: Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social.** Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

\_\_\_\_\_.NBR 15575: **Edificações Habitacionais: Desempenho.** Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

\_\_\_\_\_.NBR 15575: **Edificações Habitacionais: Desempenho.** Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ÁLVARES, Simone Mesquita. **Desempenho térmico de habitações do PM-CMV: estudo de caso em São Carlos - SP e diretrizes de projeto para a Zona Bioclimática 4.** 2018. 210 f. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018.

AZEVEDO, Henrique Oliveira de et al. Salvador, metrópole dividida: análise de uma via de alta velocidade como barreira urbana. **Bahia Análise e Dados,** Salvador, v. 25, p. 421-440, jun. 2015.

BAGNATI, Mariana Moura. **Zoneamento Bioclimático e Arquitetura Brasileira: Qualidade do Ambiente Construído.** 2013. 133 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

BARAVELLI, José Eduardo. **Trabalho e Tecnologia no Programa MCMV.** 2014. Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

BOLAFFI, Gabriel. **Habitação e urbanismo: o problema e o falso problema.** In: MARICATO, Ermínia (org.). *A produção capitalista da casa (e da cidade) no Brasil industrial.* São Paulo: Editora Alfa-Omega, 1982.

BONDUKI, N. **Política habitacional e inclusão social no Brasil: revisão histórica e novas perspectivas no governo Lula.** arq.Urb, (1), 70–104. (2008).

Caixa Econômica Federal. **Cartilha Minha Casa Minha Vida.** Cef, 2014.

Caixa Econômica Federal. **Programa Minha Casa Minha Vida: entidades.** Cef, 2019.

CLIMATE.ONEBUILDING.ORG. WMO Region 3 - South America - Brazil. Disponível em: <[https://climate.onebuilding.org/WMO\\_Region\\_3\\_South\\_America/BRA\\_Brazil/index.html](https://climate.onebuilding.org/WMO_Region_3_South_America/BRA_Brazil/index.html)>.

COSTA, Laryssa Kruger da. **Periferizando desenvolvimento**: a produção no programa minha casa, minha vida. 2020. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

FERREIRA, João Sette Whitaker. **Minha Casa Minha Vida: a responsabilidade coletiva de um desastre urbano**. Contraste, São Paulo, v. 2014, n. 2, p., dez. 2014.

FERREIRA, João Sette Whitaker (Coord.). **Producir casas ou construir cidades?** Desafios para um novo Brasil urbano. São Paulo: LABHAB / Fupam, 2012.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de Conforto Térmico**. São Paulo: Studio Nobel, 2007.  
FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit Habitacional e Inadequação de Moradias no Brasil**. Belo Horizonte: Fjp, 2021.

GUARITÁ, Gabriela Darini. **O valor do dinheiro no tempo**: uma avaliação de empreendimentos do programa minha casa minha vida - faixa 1. 2018. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

LAMBERTS, Roberto et al. **Eficiência Energética na Arquitetura**. Florianópolis: Eletrobras/Procel, 2014.

LIMA, Nathália Mara Lorenzetti. **Reabilitação de Edifícios do Centro da Cidade de São Paulo – Novas Moradias em Antigos Espaços**: avaliação de desempenho, sob o enfoque ergonômico, das funções e atividades da habitação. 2017. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

MONTEIRO, João Carlos Carvalhaes dos Santos et al. A política habitacional e a agenda urbana no Brasil: caminhos para reflexão. **E-Metropolis**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 37, p. 50-61, jun. 2019.

MORENO, Ana Cecília Rodrigues. **Minha Casa Minha Vida: Análise de Desempenho Térmico pela NBR 15.220-3, NBR 15.575, Selo Casa Azul e RT-Q-R**. 2013. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

NOIA, Paula Regina da Cruz. **Participação e Qualidade do Ambiente Construído na Habitação**: processo e produto no programa minha casa minha vida - entidades. 2017. Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

**ONU HABITAT. O direito a uma habitação adequada.** Genebra: Comissão da Organização das Nações Unidas para os Direitos Humanos, 2010.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA (Município). Lei nº 15511, de 10 de outubro de 2019. Dispõe sobre o zoneamento, uso e ocupação do solo no Município de Curitiba e dá outras providências. **Lei de zoneamento.** Curitiba, PR, 10 out. 2019

PREFEITURA MUNICIPAL DE RIBEIRÃO PRETO (Município). Lei Complementar nº 2866, de 03 de maio de 2018. Dispõe sobre a Revisão do Plano Diretor Implantado pela Lei Complementar Nº 501, de 31 de outubro de 1995 e modificado pela Lei Complementar Nº 1.573, de 13 De novembro De 2003, na forma que Especifica, e dá outras providências. **Lei Complementar.** Ribeirão Preto, SP, 03 maio 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SALVADOR (Município). Lei nº 9148, de 08 de setembro de 2016. Dispõe sobre o Ordenamento do Uso e da Ocupação do Solo do Município de Salvador e dá outras providências. **Lei de Zoneamento.** Salvador, BA, 08 set. 2016.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO (Município). Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014. **Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo.** São Paulo, 2014.

ROLNIK, Raquel et al. **O Programa Minha Casa Minha Vida nas regiões metropolitanas de São Paulo e Campinas:** aspectos socioespaciais e segregação. Cadernos Metrópole, São Paulo, v. 17, n. 33, maio 2015.

SHIMBO, Lúcia Zanin. **O Concreto do Capital:** os promotores do valor imobiliário nas cidades brasileiras. 2020. Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo, São Carlos, 2020.

SILVA, Eduardo Luis Telles de Abreu e. **Minha Casa Minha Vida por Lelé:** descompasso entre teoria e prática. 2017. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

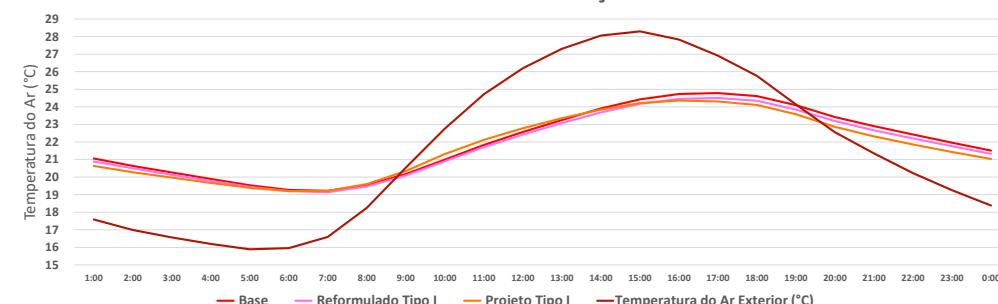
SOUZA, Guilherme Braz de. **Terra, Desenho e Trabalho:** a produção social do espaço pelo promotor público de habitação popular estadual na cidade de São Paulo. 2019. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

UZUM, Monica dos Santos Dolce. **A Requalificação de Edifícios Altos Residenciais no Centro da Cidade de São Paulo:** em busca da qualidade ambiental. 2011. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

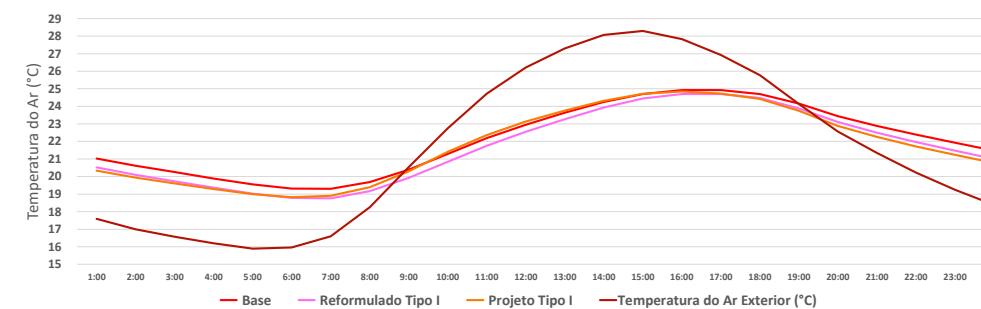
## ANEXO A

### ZONA BIOCLIMÁTICA 1 - CURITIBA

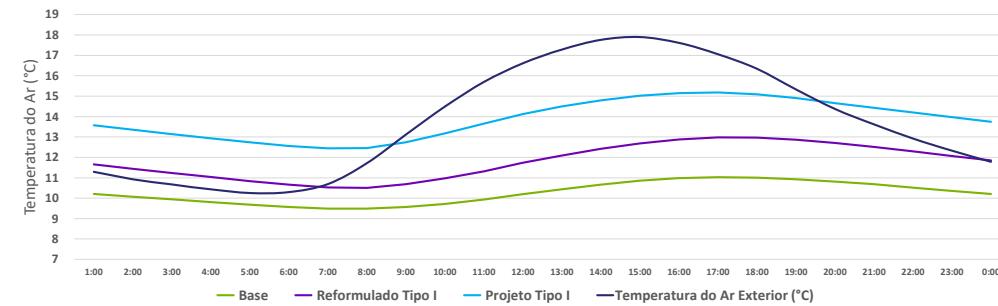
#### COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - VERÃO TIPO I-DORM 1



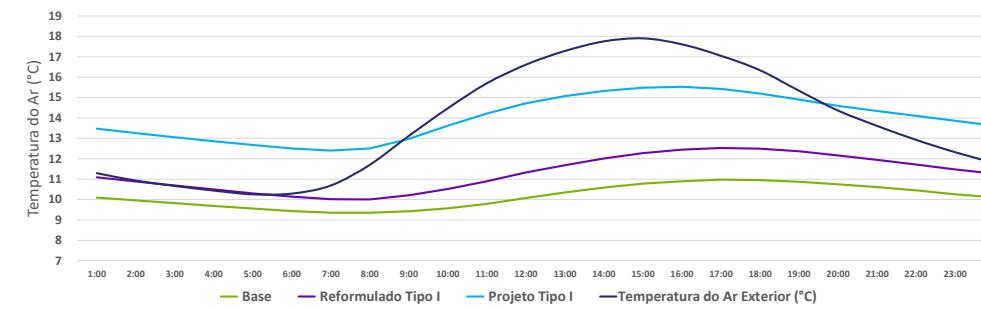
#### COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - VERÃO TIPO I-ESTAR



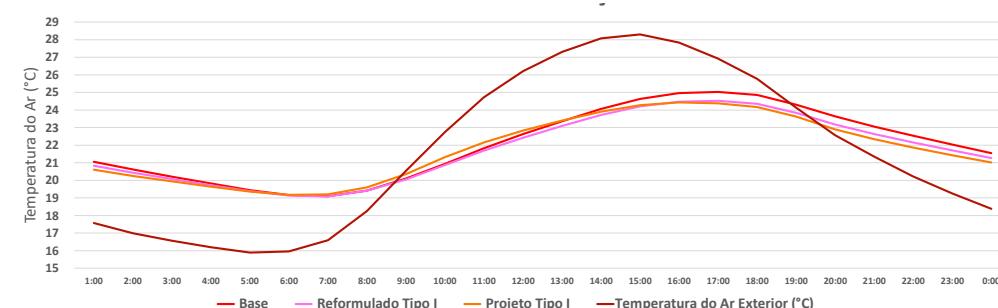
#### COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - INVERNO TIPO I-DORM 1



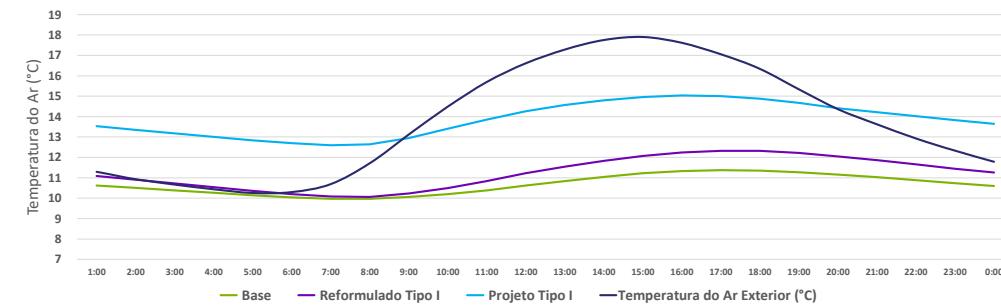
#### COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - INVERNO TIPO I-ESTAR



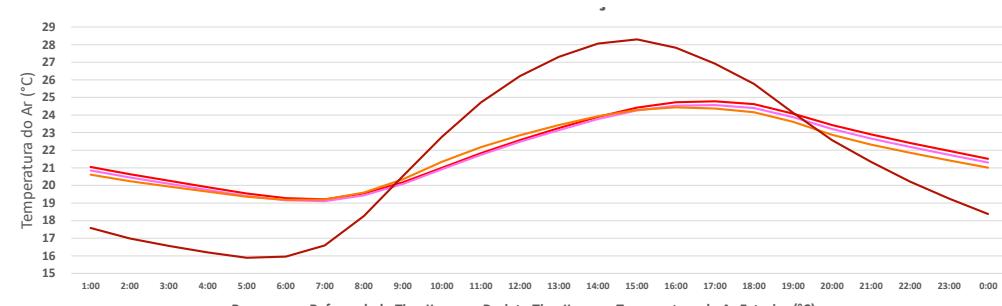
#### COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - VERÃO TIPO I-DORM 2



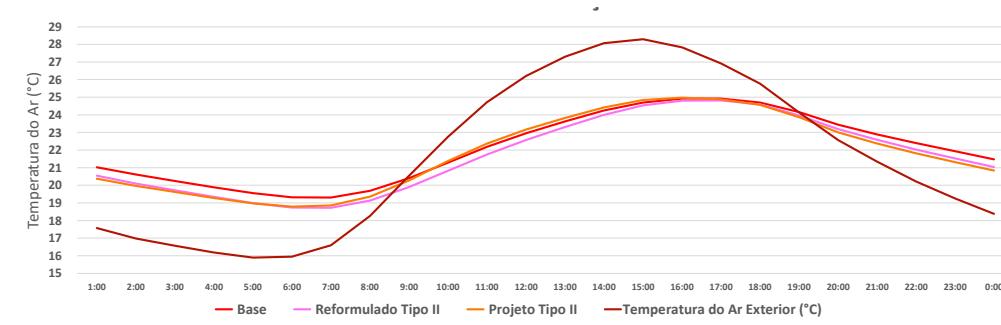
**COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - INVERNO**  
TIPO I -DORM 2



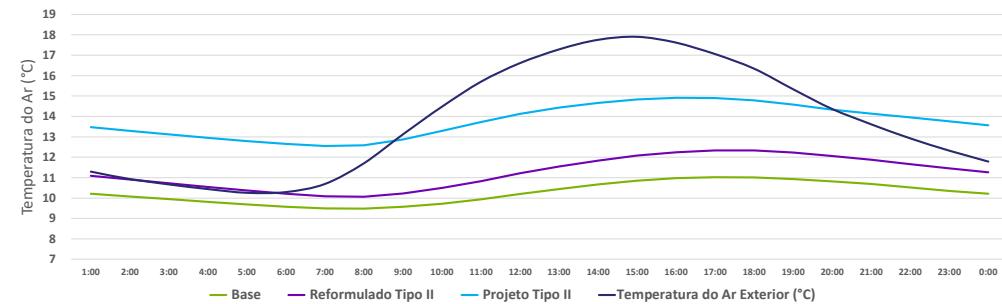
**COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - VERÃO**  
TIPO II -DORM 1



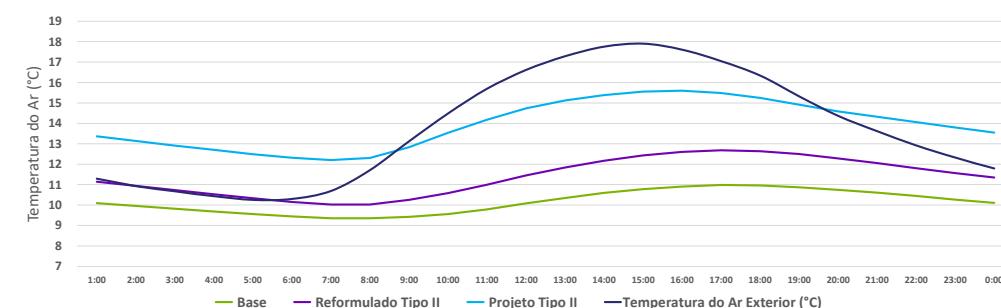
**COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - VERÃO**  
TIPO II -ESTAR



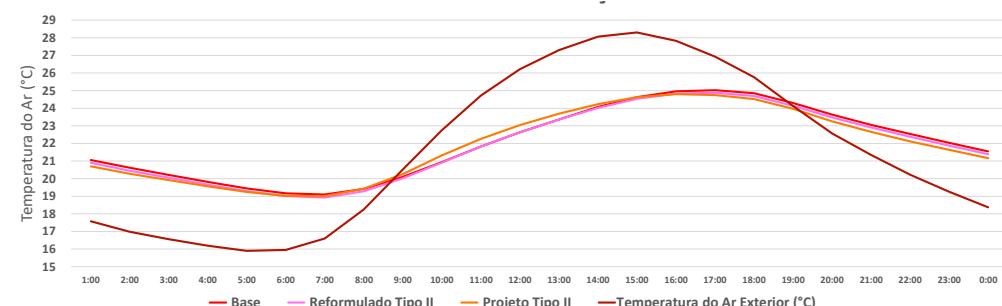
**COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - INVERNO**  
TIPO II -DORM 1



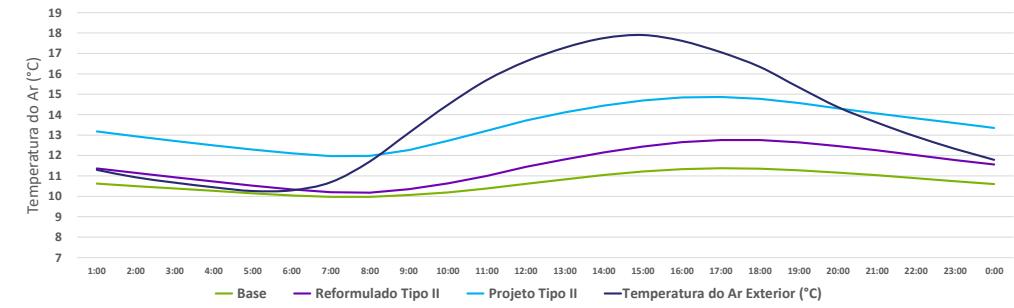
**COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - INVERNO**  
TIPO II - ESTAR



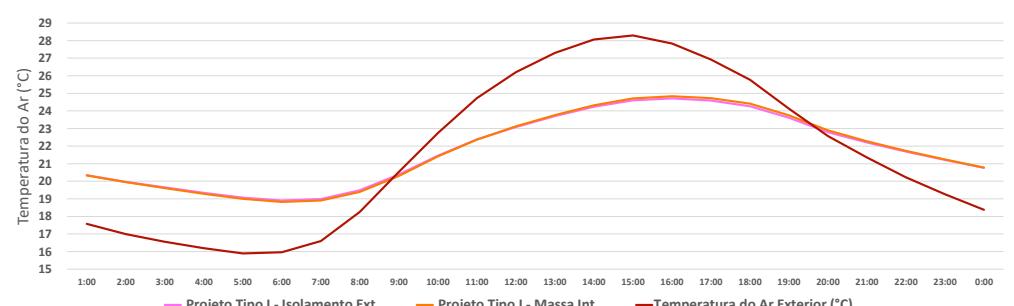
**COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - VERÃO**  
TIPO II - DORM 2



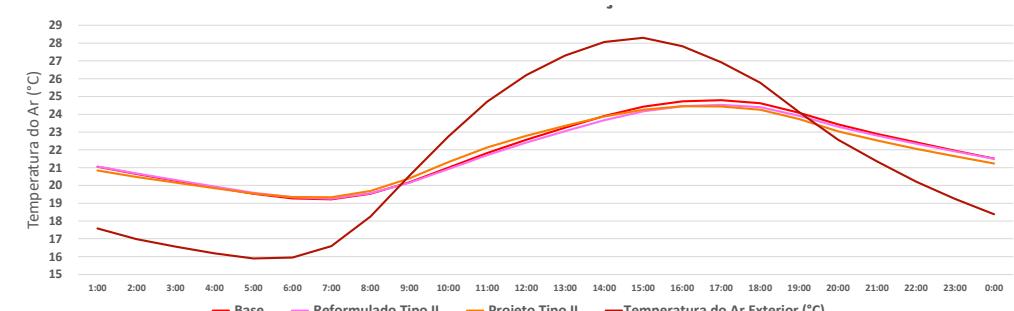
**COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - INVERNO**  
TIPO II - DORM 2



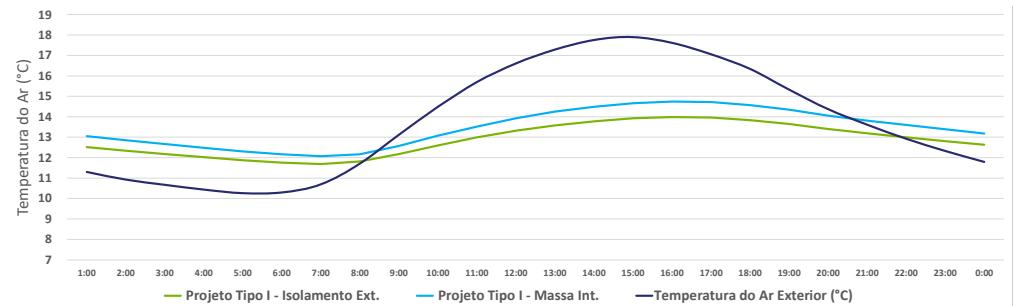
**COMPARATIVO DE PAREDES - VERÃO**  
TIPO I - ESTAR



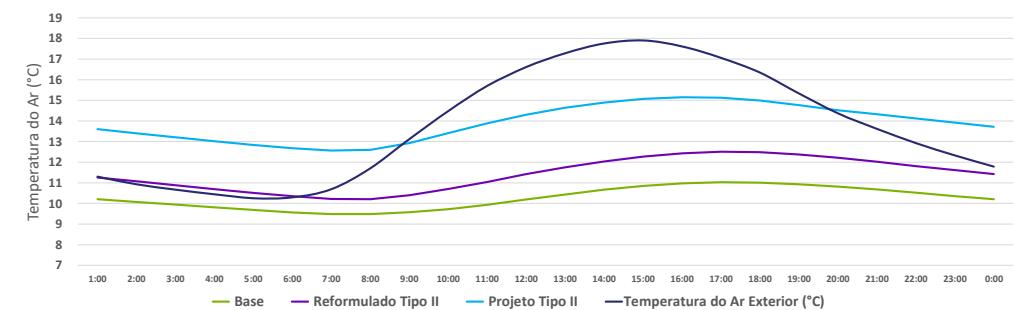
**COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - VERÃO**  
TIPO II - DORM 3



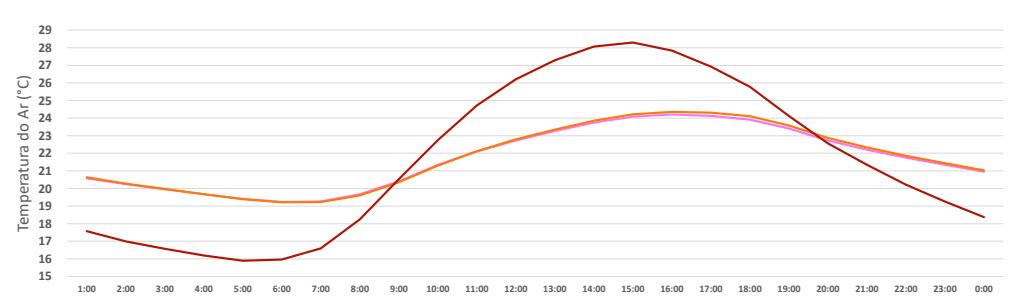
**COMPARATIVO DE PAREDES - INVERNO**  
TIPO I - ESTAR



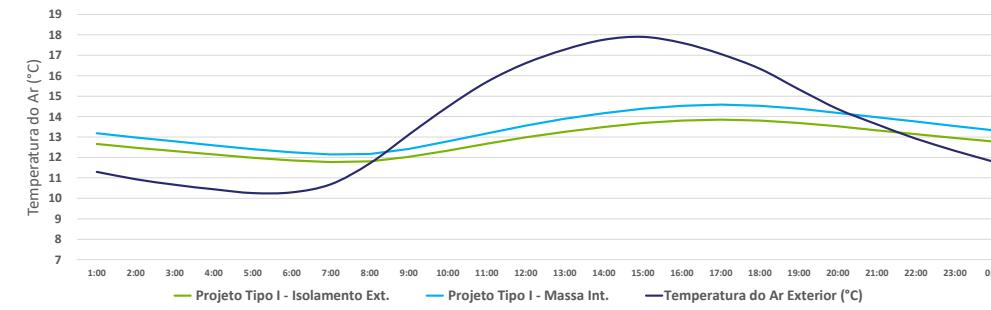
**COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - INVERNO**  
TIPO II - DORM 3



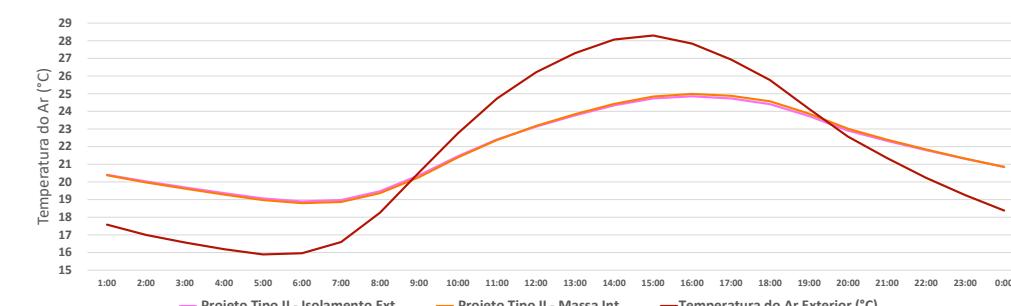
**COMPARATIVO DE PAREDES - VERÃO**  
TIPO I - DORM 1



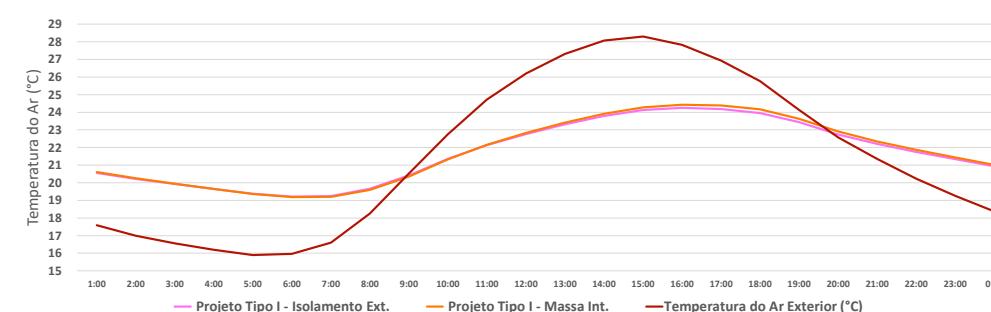
**COMPARATIVO DE PAREDES - INVERNO**  
TIPO I - DORM 1



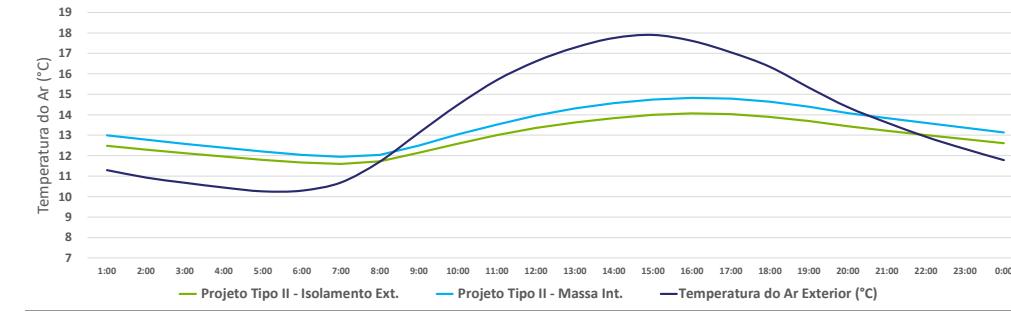
**COMPARATIVO DE PAREDES - VERÃO**  
TIPO II - ESTAR



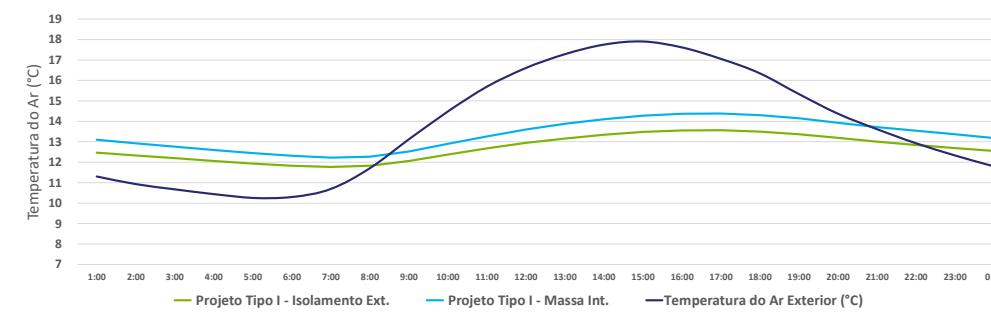
**COMPARATIVO DE PAREDES - VERÃO**  
TIPO I - DORM 2



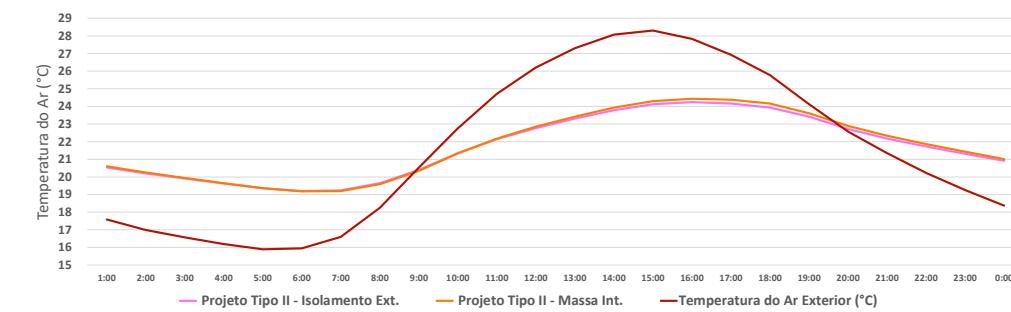
**COMPARATIVO DE PAREDES - INVERNO**  
TIPO II - ESTAR



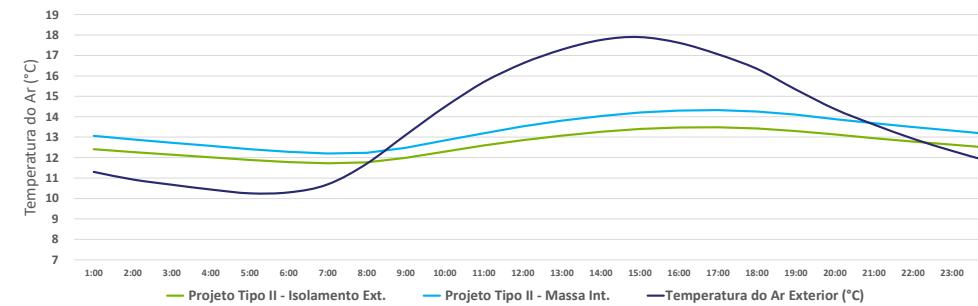
**COMPARATIVO DE PAREDES - INVERNO**  
TIPO I - DORM 2



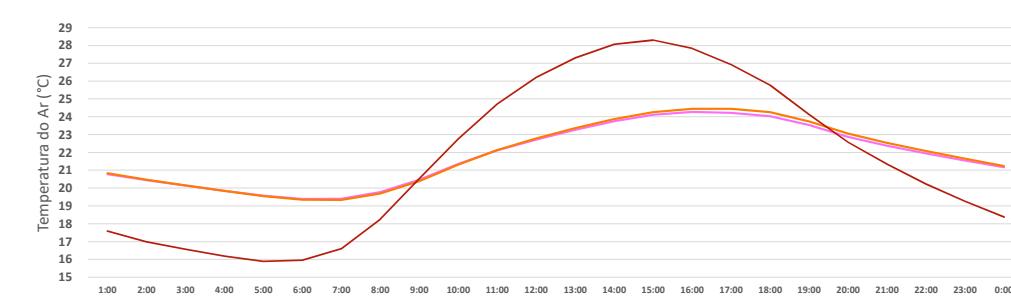
**COMPARATIVO DE PAREDES - VERÃO**  
TIPO II - DORM 1



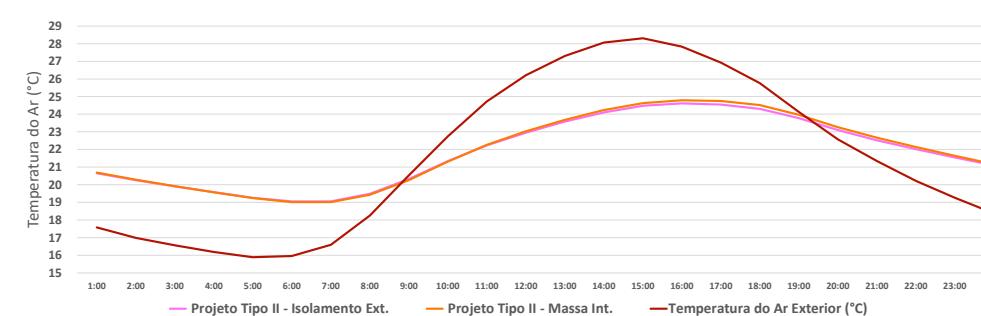
**COMPARATIVO DE PAREDES - INVERNO**  
TIPO II - DORM 1



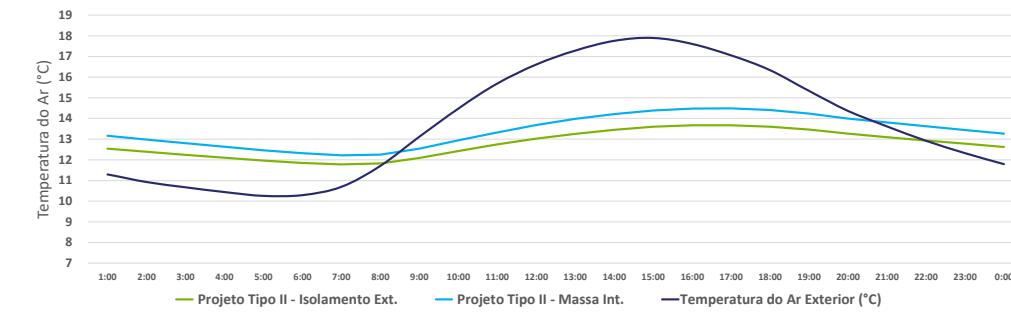
**COMPARATIVO DE PAREDES - VERÃO**  
TIPO II - DORM 3



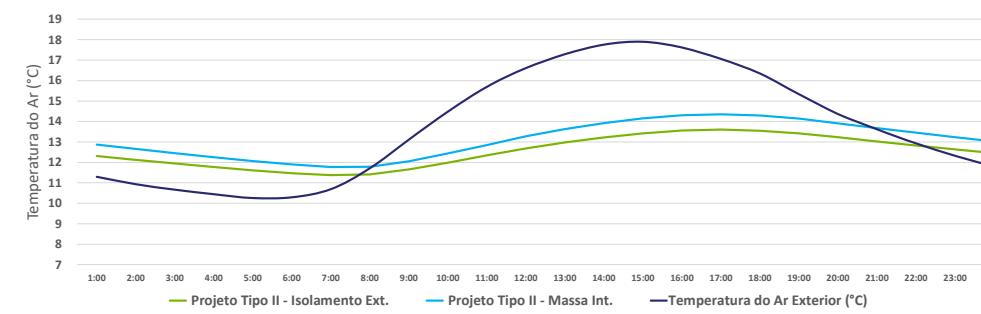
**COMPARATIVO DE PAREDES - VERÃO**  
TIPO II - DORM 2



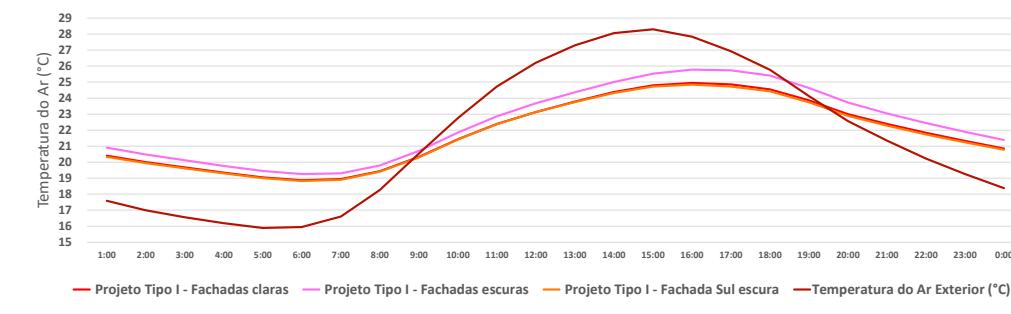
**COMPARATIVO DE PAREDES - INVERNO**  
TIPO II - DORM 3



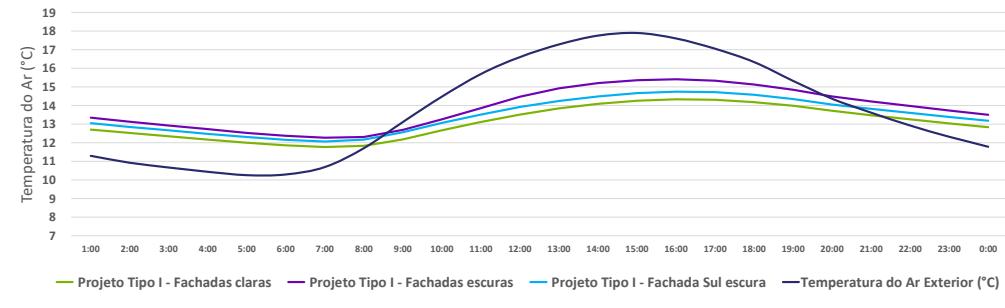
**COMPARATIVO DE PAREDES - INVERNO**  
TIPO II - DORM 2



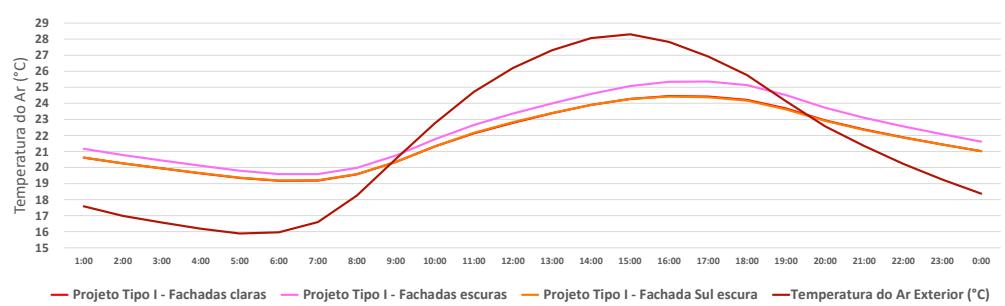
**COMPARATIVO DE CORES - VERÃO**  
TIPO I - ESTAR



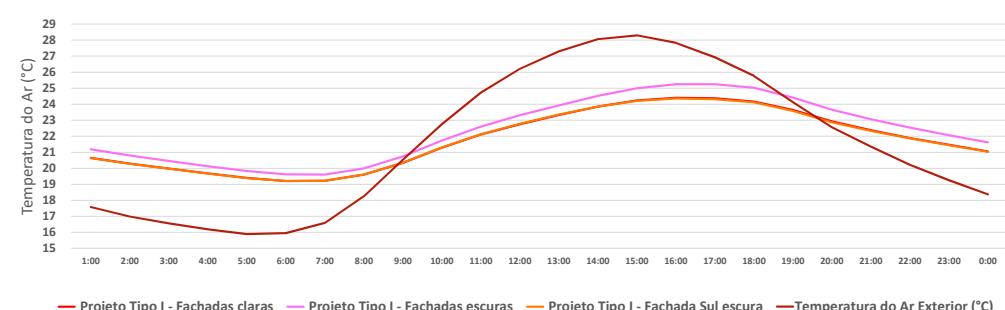
**COMPARATIVO DE CORES - INVERNO**  
TIPO I - ESTAR



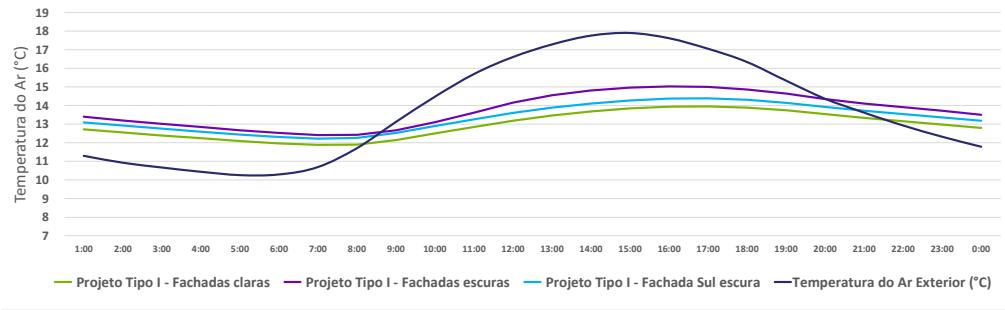
**COMPARATIVO DE CORES - VERÃO**  
TIPO I - DORM 2



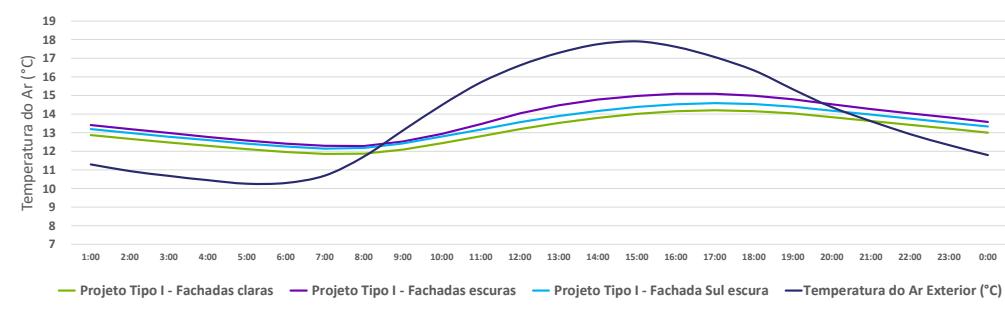
**COMPARATIVO DE CORES - VERÃO**  
TIPO I - DORM 1



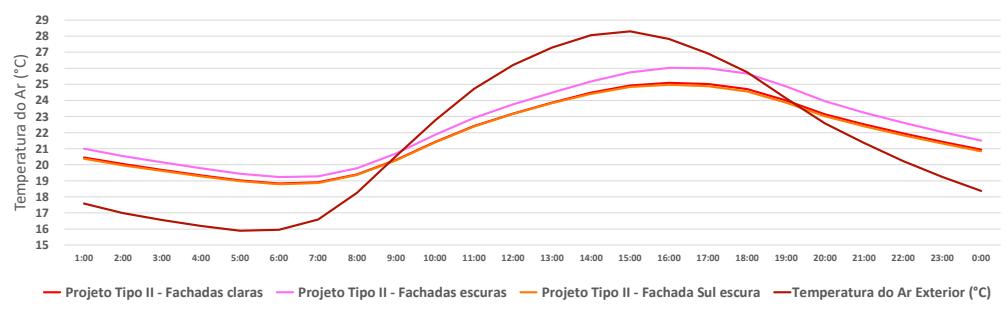
**COMPARATIVO DE CORES - INVERNO**  
TIPO I - DORM 2



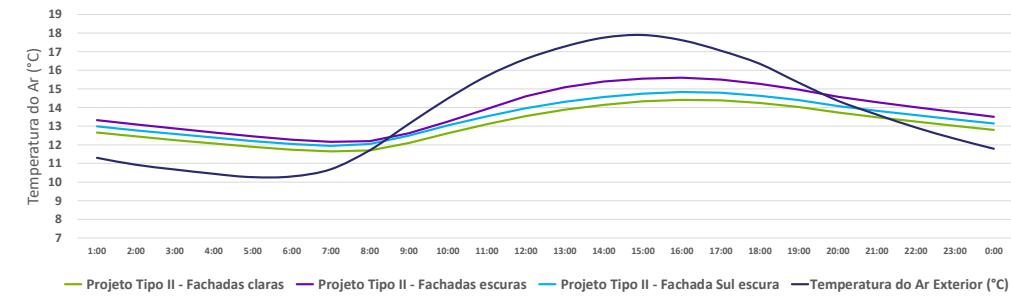
**COMPARATIVO DE CORES - INVERNO**  
TIPO I - DORM 1



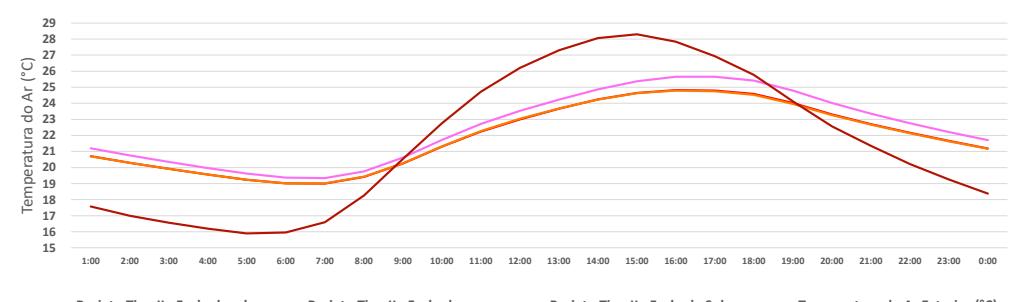
**COMPARATIVO DE CORES - VERÃO**  
TIPO II - ESTAR



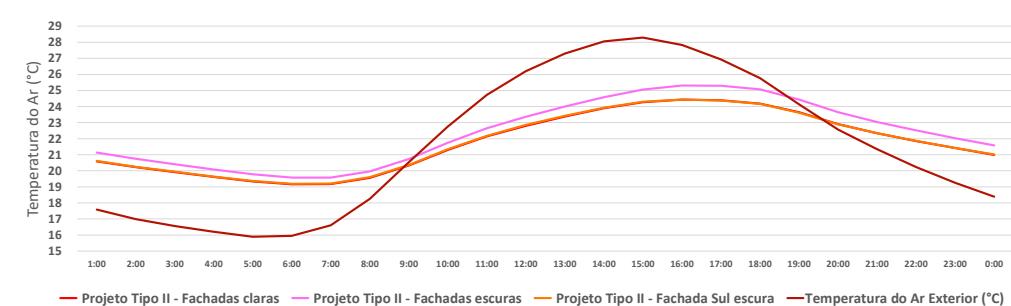
**COMPARATIVO DE CORES - INVERNO**  
TIPO II - ESTAR



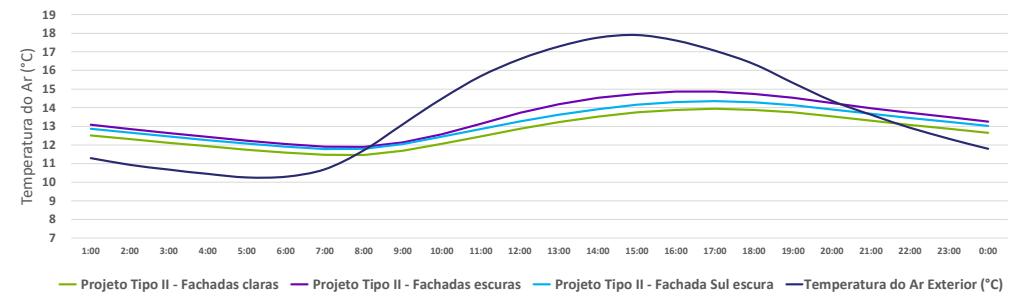
**COMPARATIVO DE CORES - VERÃO**  
TIPO II - DORM 2



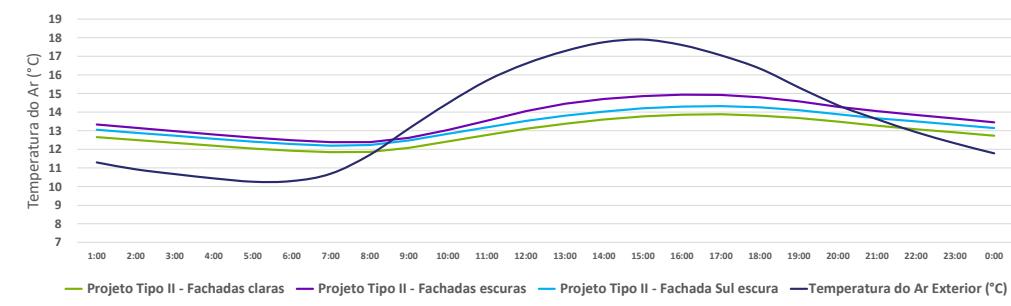
**COMPARATIVO DE CORES - VERÃO**  
TIPO II - DORM 1



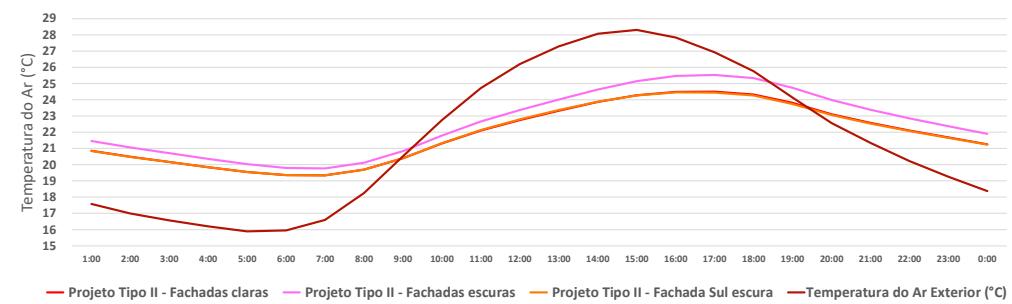
**COMPARATIVO DE CORES - INVERNO**  
TIPO II - DORM 2



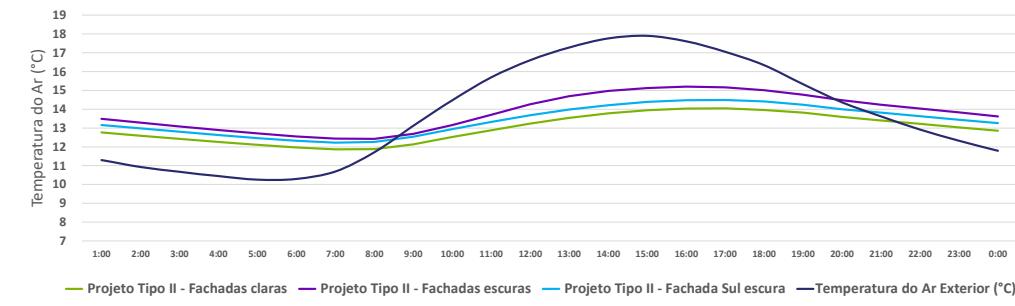
**COMPARATIVO DE CORES - INVERNO**  
TIPO II - DORM 1



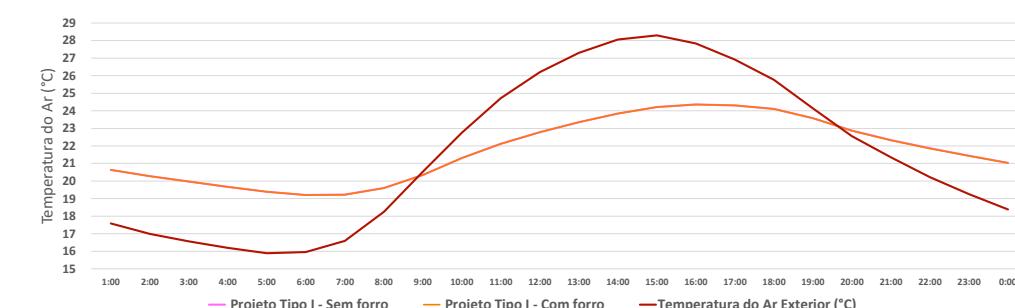
**COMPARATIVO DE CORES - VERÃO**  
TIPO II - DORM 3



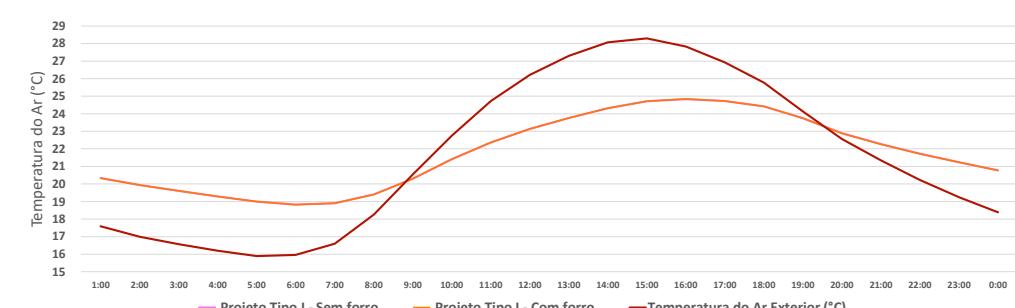
**COMPARATIVO DE CORES - INVERNO**  
TIPO II - DORM 3



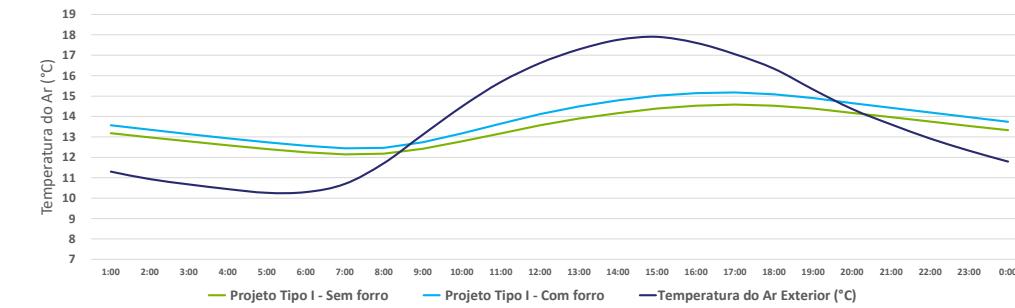
**COMPARATIVO DE FORRO - VERÃO**  
TIPO I - DORM 1



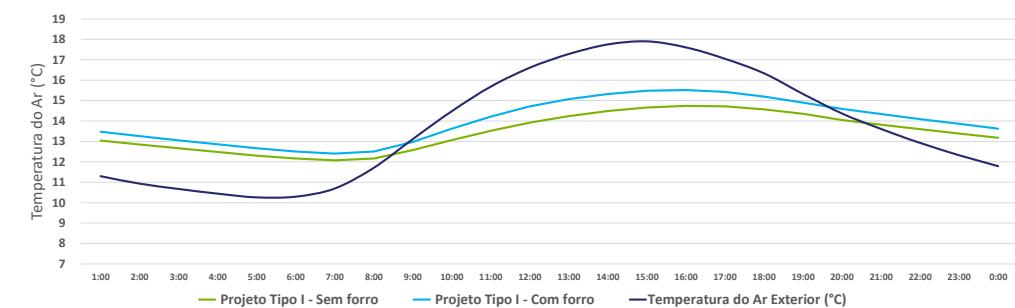
**COMPARATIVO DE FORRO - VERÃO**  
TIPO I - ESTAR



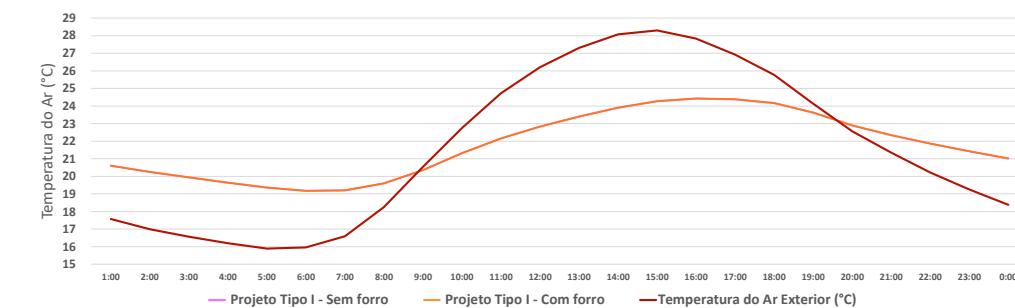
**COMPARATIVO DE FORRO - INVERNO**  
TIPO I - DORM 1



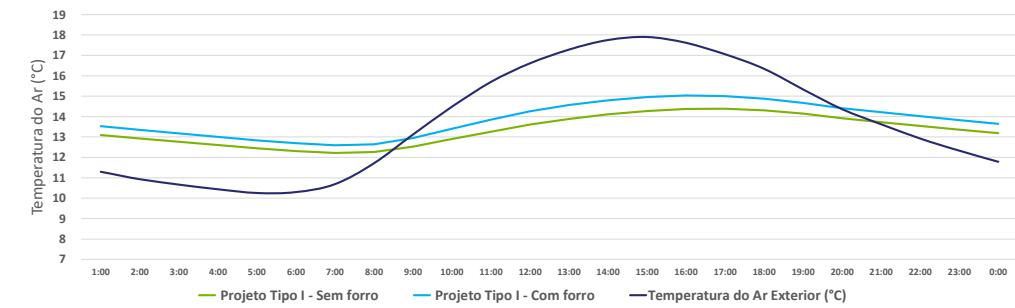
**COMPARATIVO DE FORRO - INVERNO**  
TIPO I - ESTAR



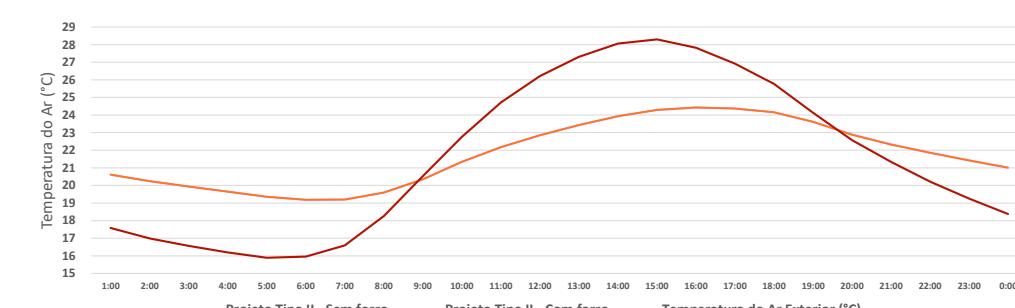
**COMPARATIVO DE FORRO - VERÃO**  
TIPO I - DORM 2



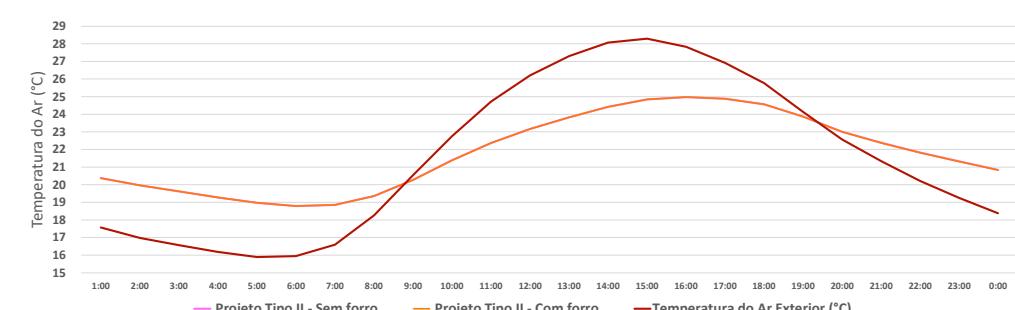
**COMPARATIVO DE FORRO - INVERNO**  
TIPO I - DORM 2



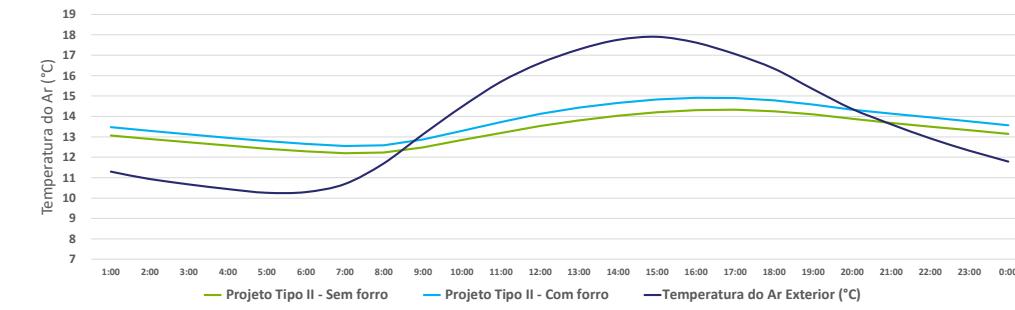
**COMPARATIVO DE FORRO - VERÃO**  
TIPO II - DORM 1



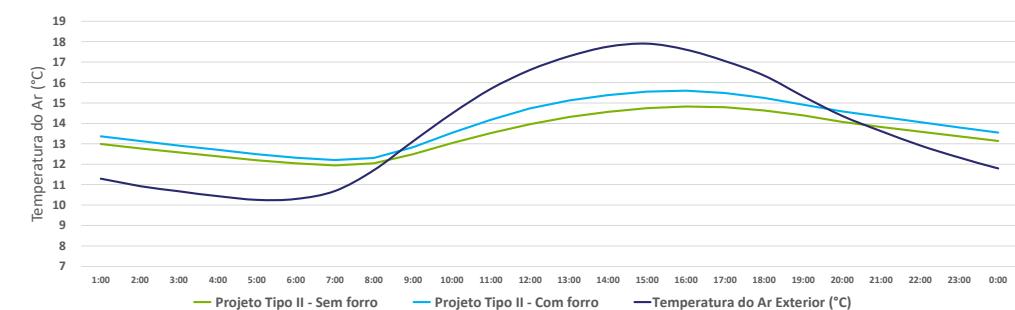
**COMPARATIVO DE FORRO - VERÃO**  
TIPO II - ESTAR



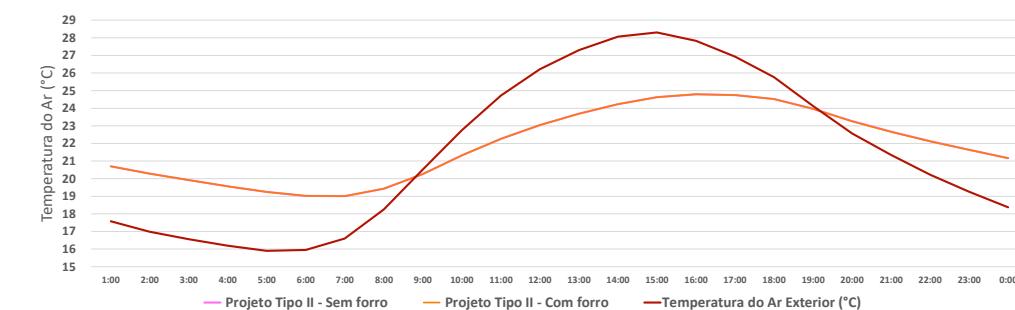
**COMPARATIVO DE FORRO - INVERNO**  
TIPO II - DORM 1



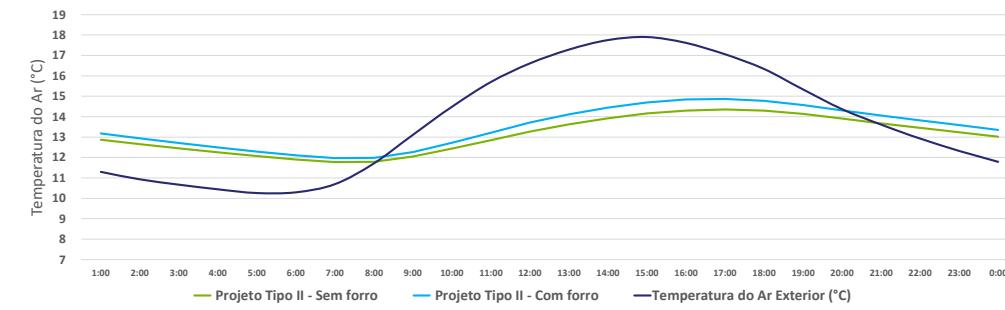
**COMPARATIVO DE FORRO - INVERNO**  
TIPO II - ESTAR



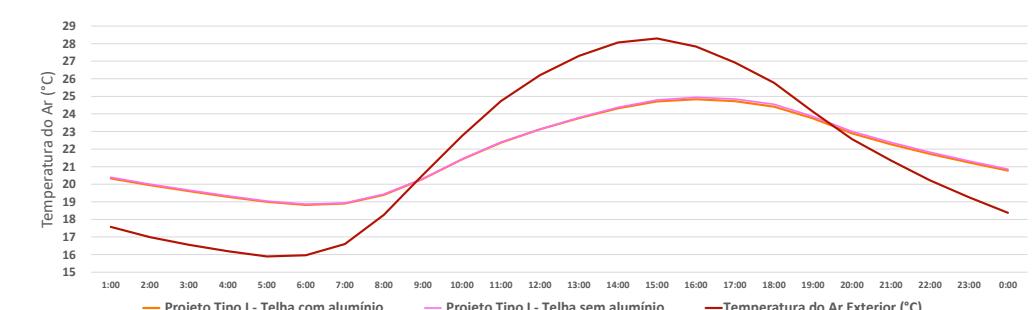
**COMPARATIVO DE FORRO - VERÃO**  
TIPO II - DORM 2



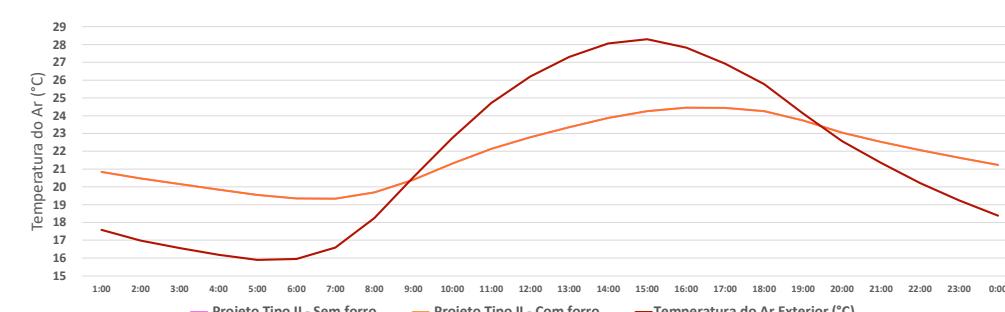
**COMPARATIVO DE FORRO - INVERNO**  
TIPO II - DORM 2



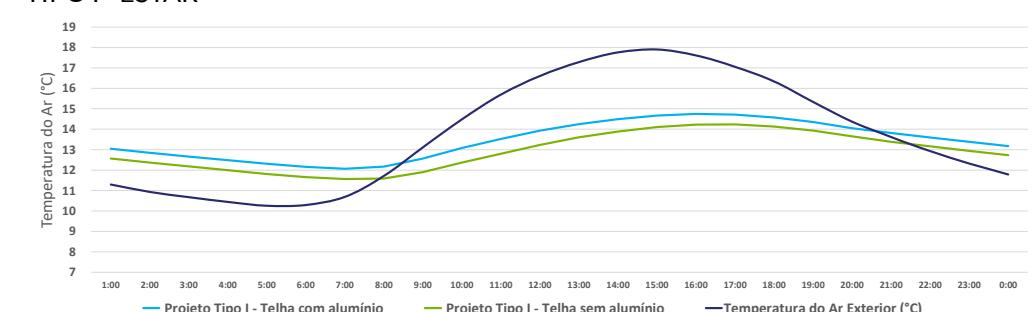
**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - VERÃO**  
TIPO I - ESTAR



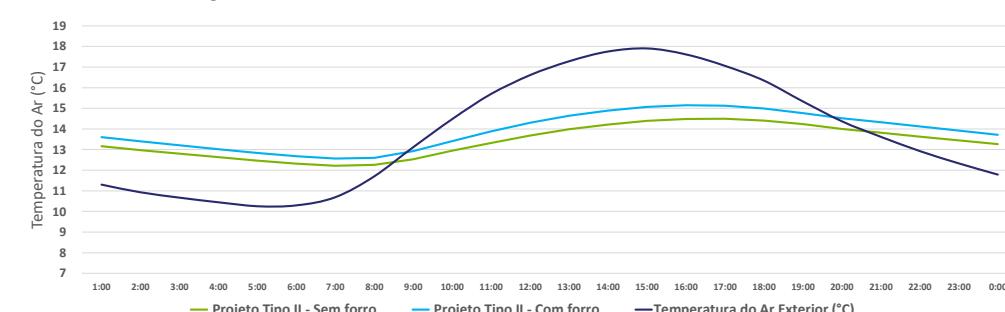
**COMPARATIVO DE FORRO - VERÃO**  
TIPO II - DORM 3



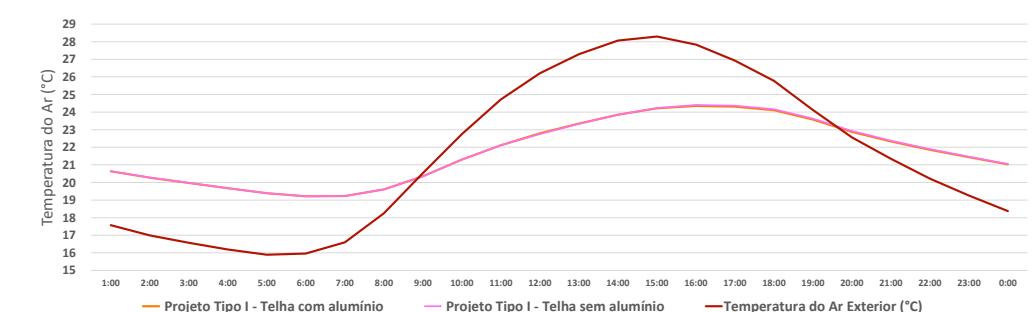
**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - INVERNO**  
TIPO I - ESTAR



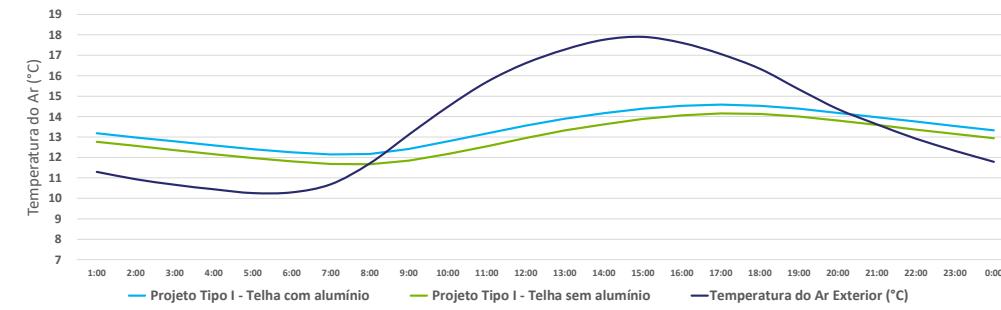
**COMPARATIVO DE FORRO - INVERNO**  
TIPO II - DORM 3



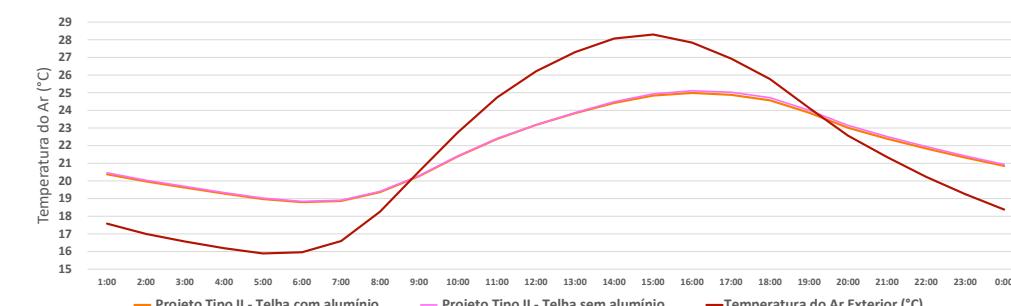
**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - VERÃO**  
TIPO I - DORM 1



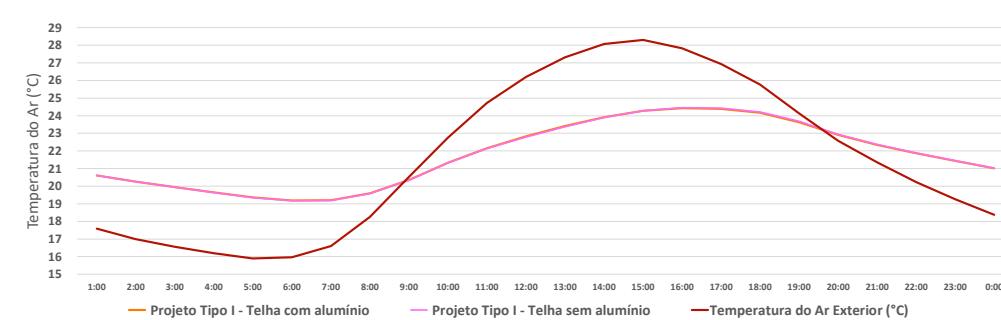
**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - INVERNO**  
TIPO I - DORM 1



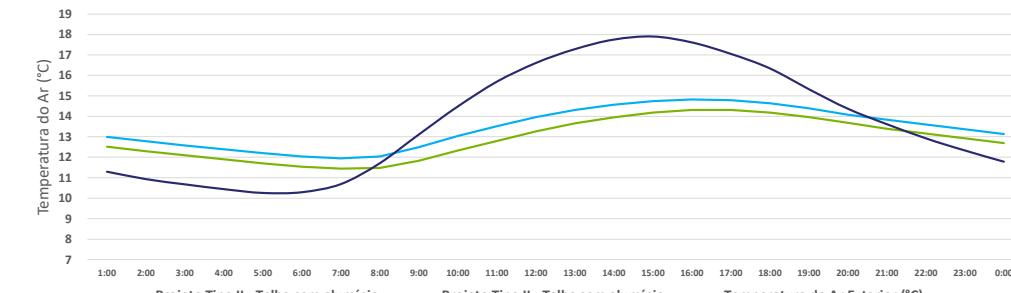
**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - VERÃO**  
TIPO II - ESTAR



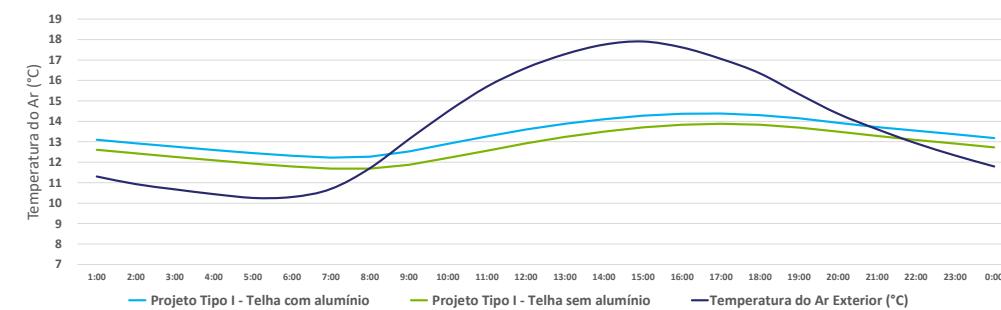
**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - VERÃO**  
TIPO I - DORM 2



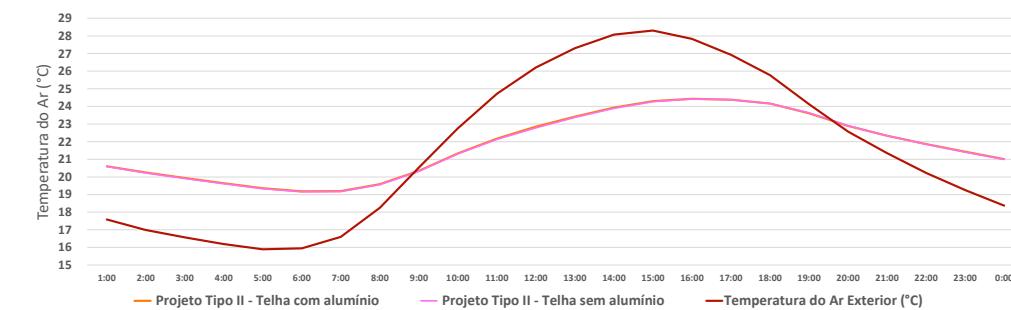
**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - INVERNO**  
TIPO II - ESTAR



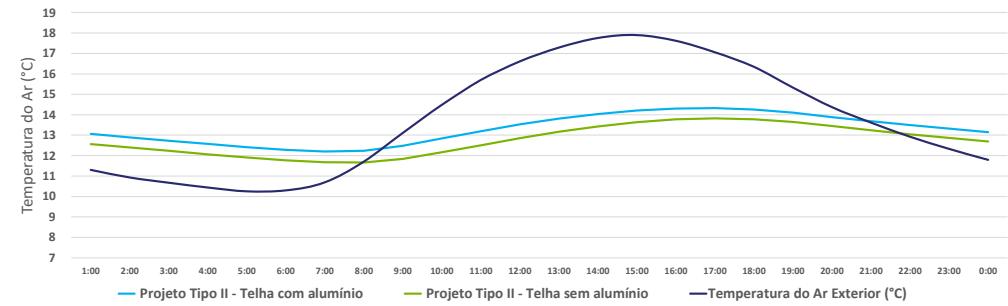
**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - INVERNO**  
TIPO I - DORM 2



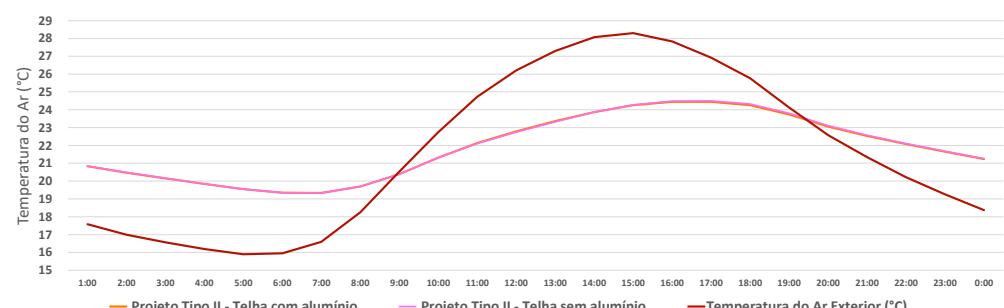
**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - VERÃO**  
TIPO II - DORM 1



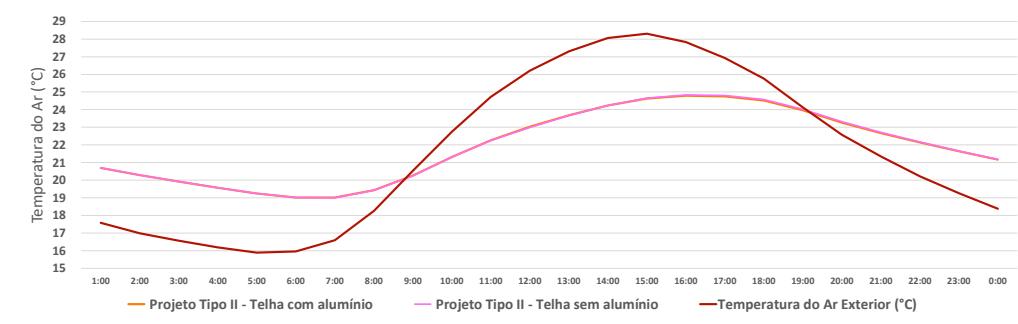
**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - INVERNO**  
TIPO II - DORM 1



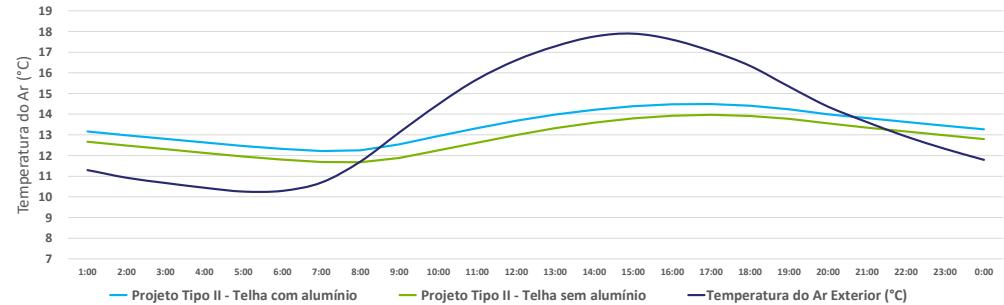
**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - VERÃO**  
TIPO II - DORM 3



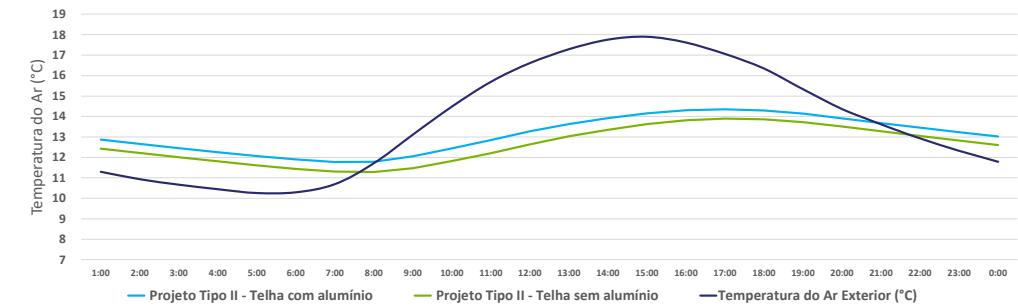
**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - VERÃO**  
TIPO II - DORM 2



**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - INVERNO**  
TIPO II - DORM 3

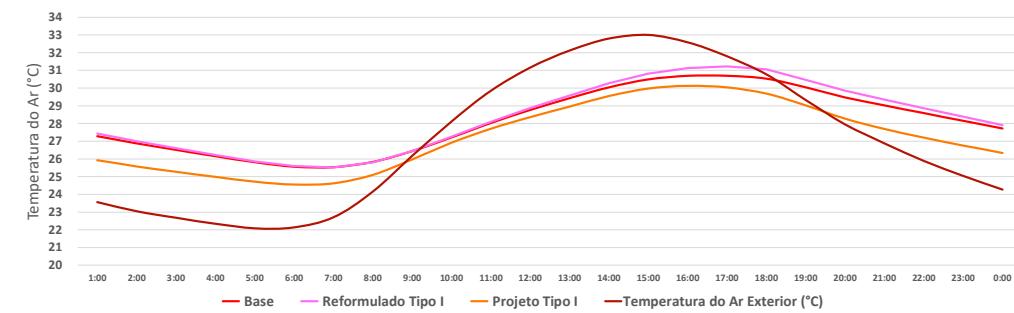


**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - INVERNO**  
TIPO II - DORM 2

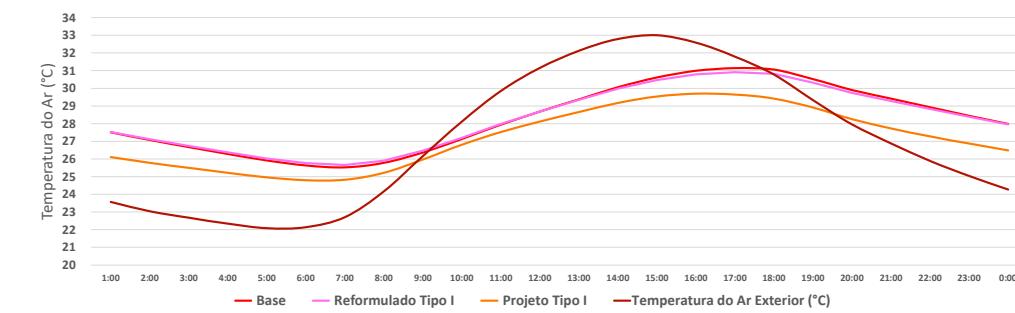


## ZONA BIOCLIMÁTICA 4 - RIBEIRÃO PRETO

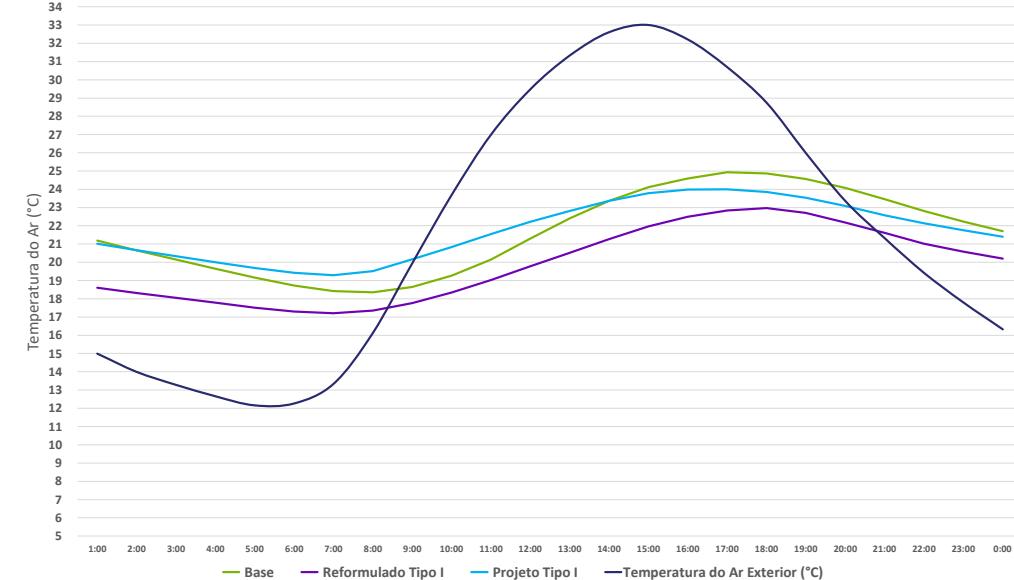
**COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - VERÃO  
TIPO I - ESTAR**



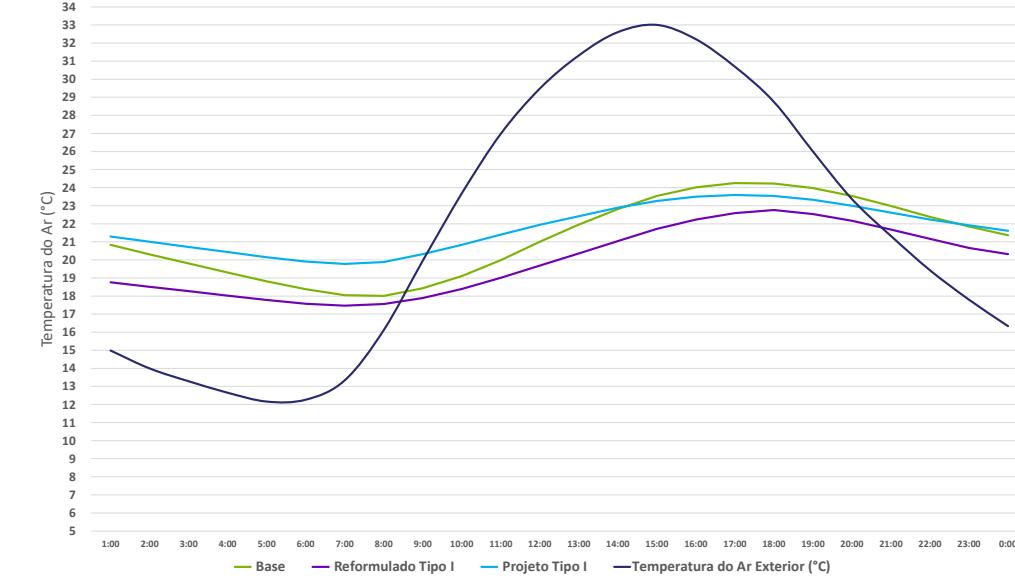
**COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - VERÃO  
TIPO I - DORM 1**



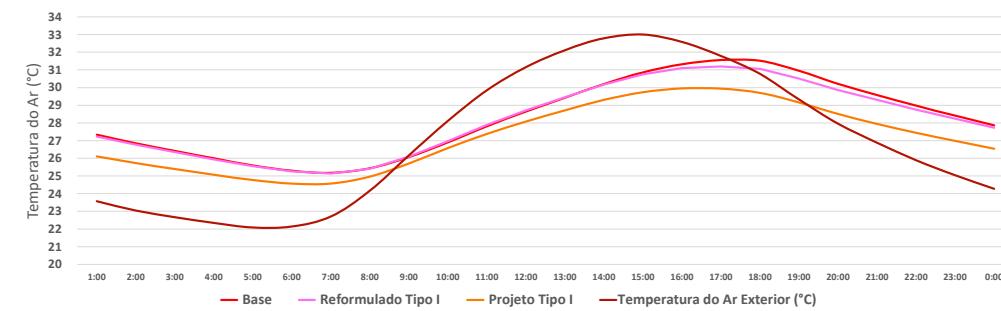
**COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - INVERNO  
TIPO I - ESTAR**



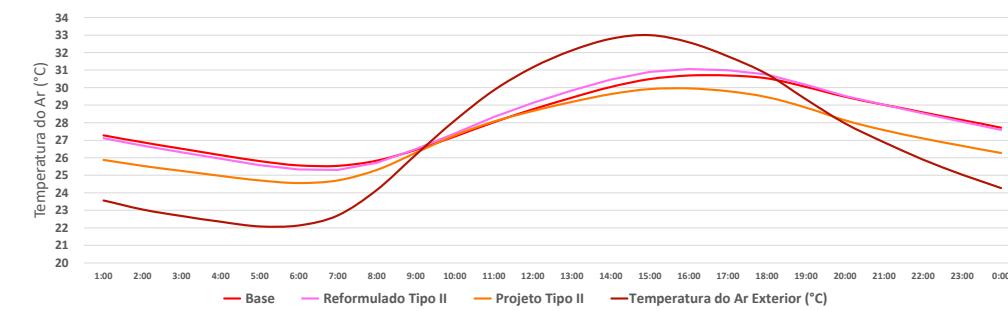
**COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - INVERNO  
TIPO I - DORM 1**



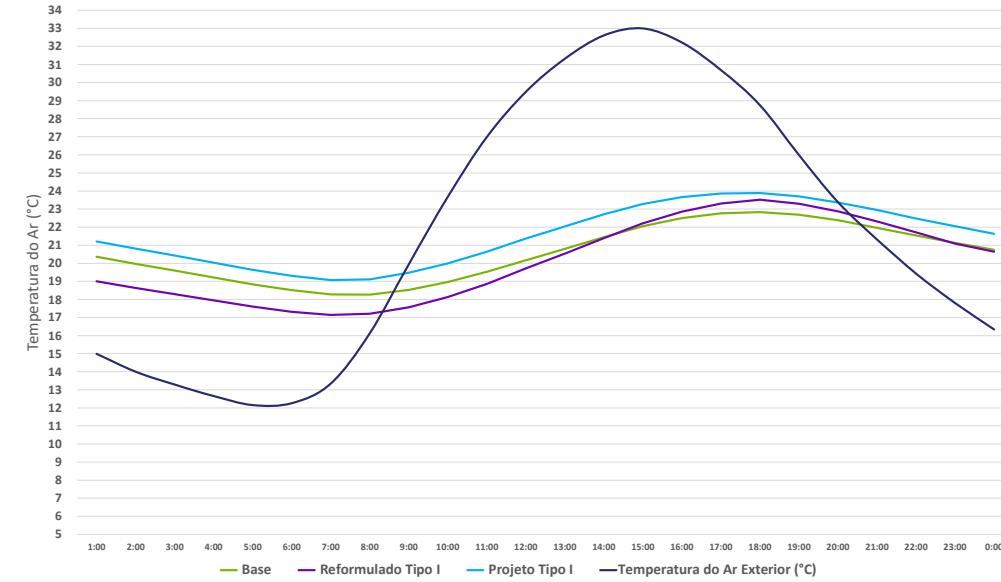
**COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - VERÃO**  
TIPO I - DORM 2



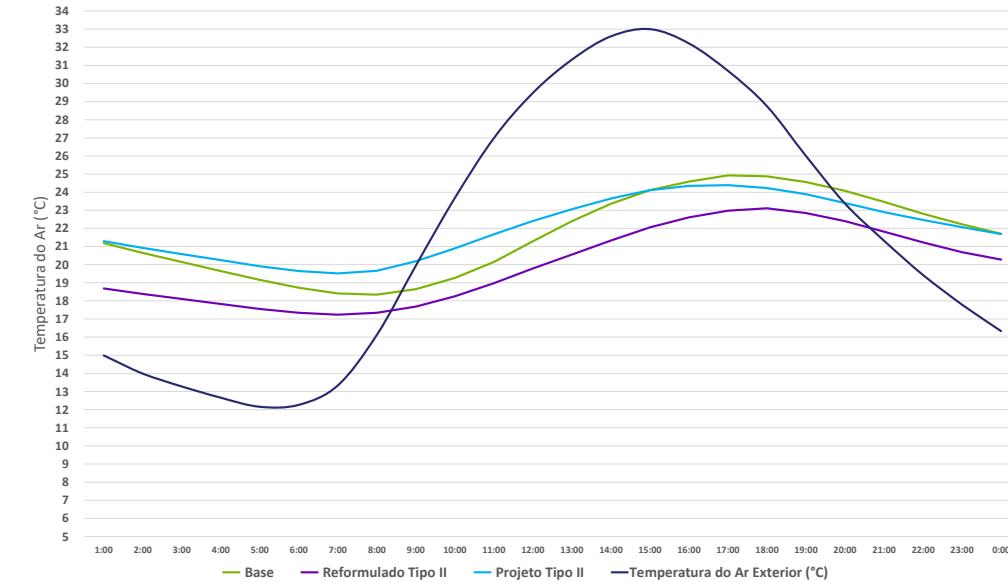
**COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - VERÃO**  
TIPO II - ESTAR



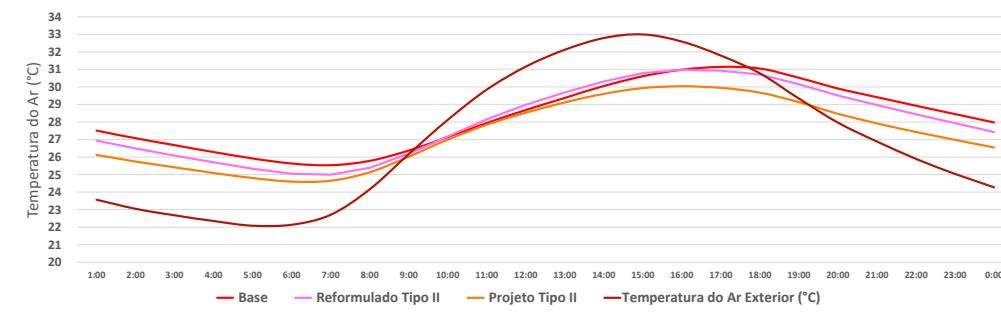
**COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - INVERNO**  
TIPO I - DORM 2



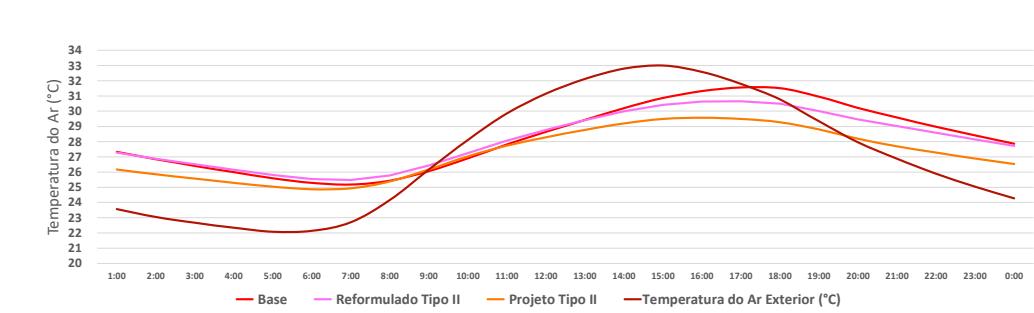
**COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - INVERNO**  
TIPO II - ESTAR



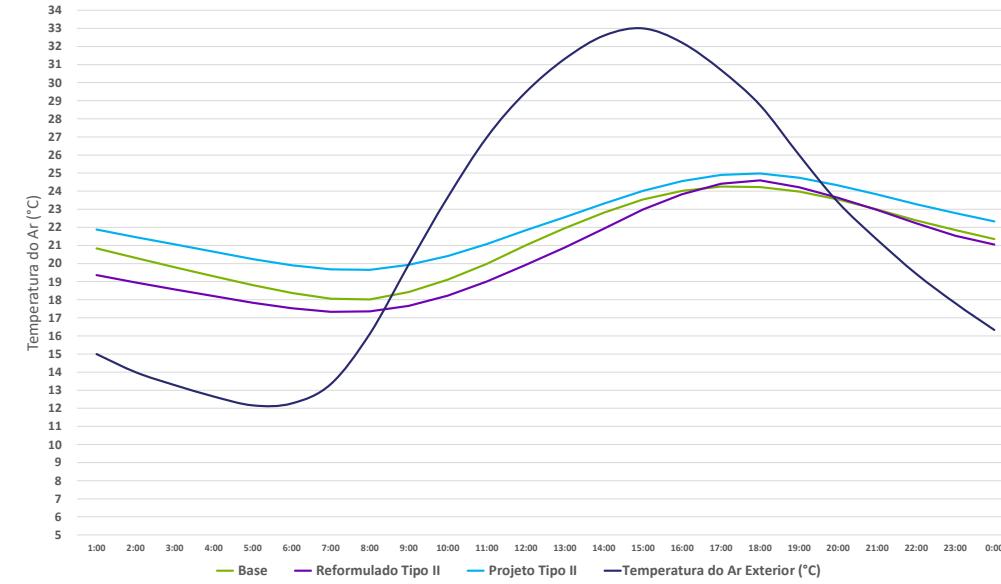
**COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - VERÃO**  
TIPO II - DORM 1



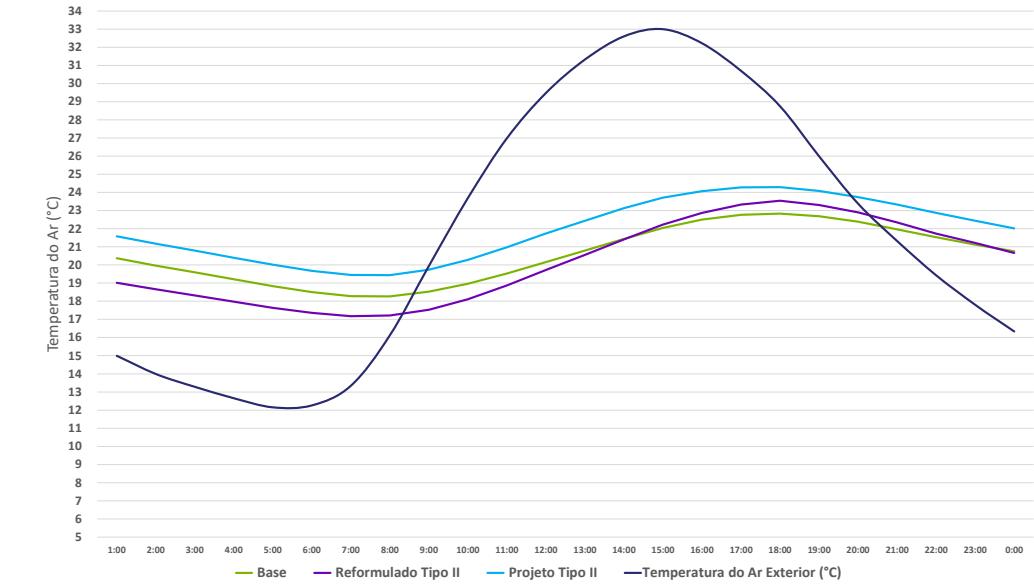
**COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - VERÃO**  
TIPO II - DORM 2



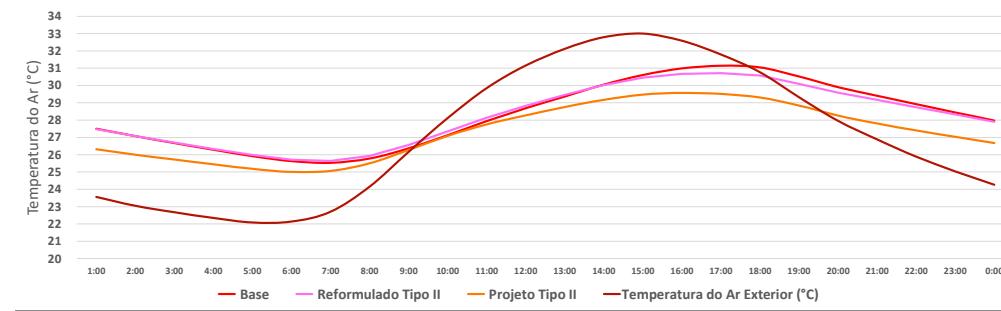
**COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - INVERNO**  
TIPO II - DORM 1



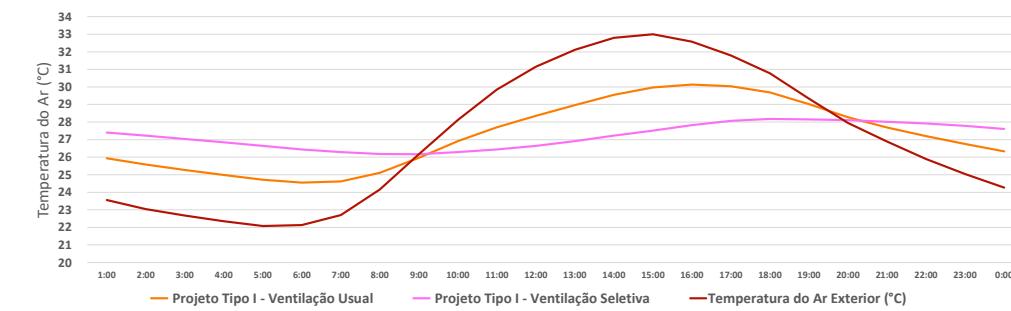
**COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - INVERNO**  
TIPO II - DORM 2



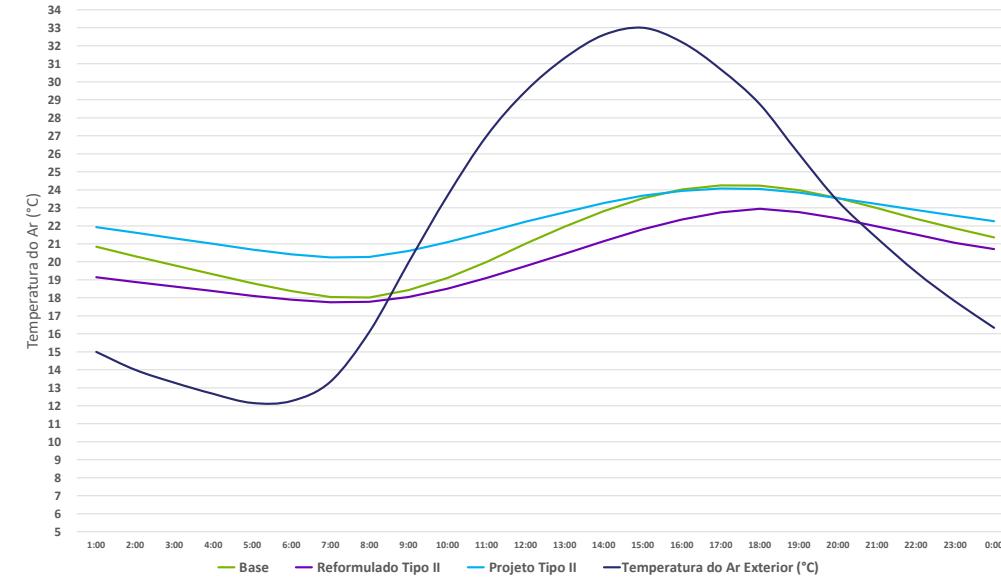
**COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - VERÃO**  
TIPO II - DORM 3



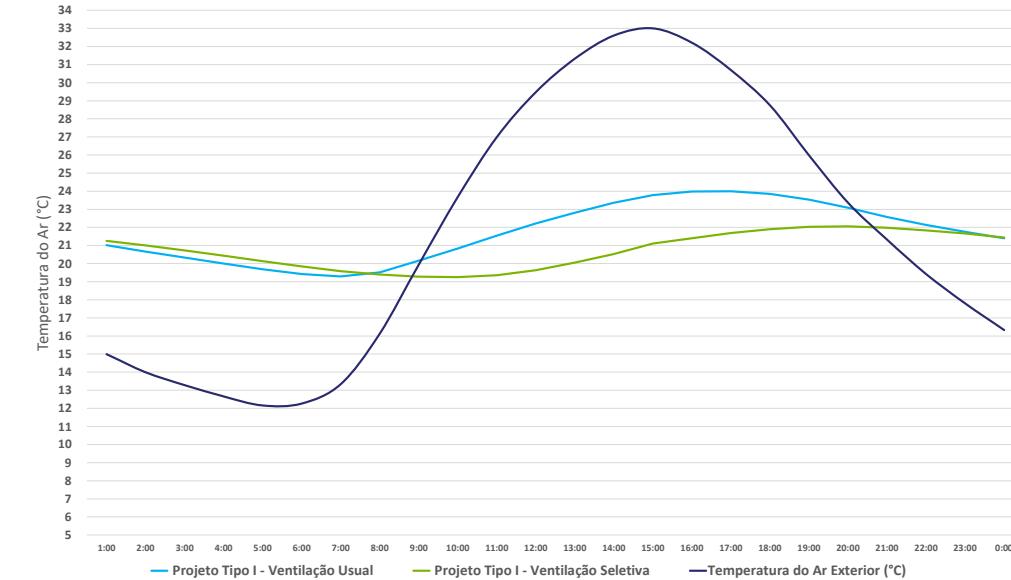
**COMPARATIVO DE VENTILAÇÃO - VERÃO**  
TIPO I - ESTAR



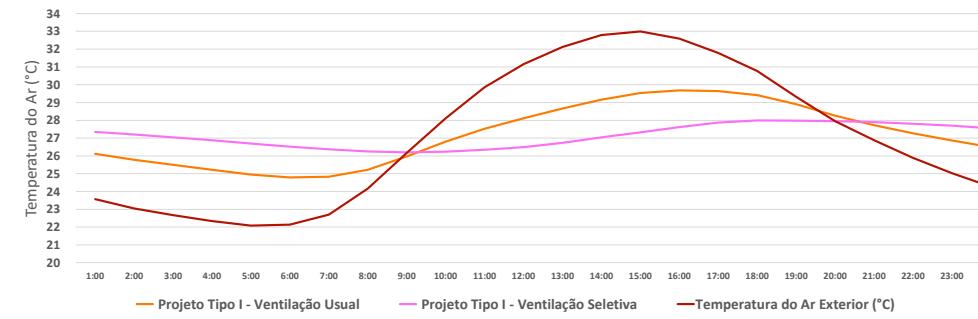
**COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - INVERNO**  
TIPO II - DORM 3



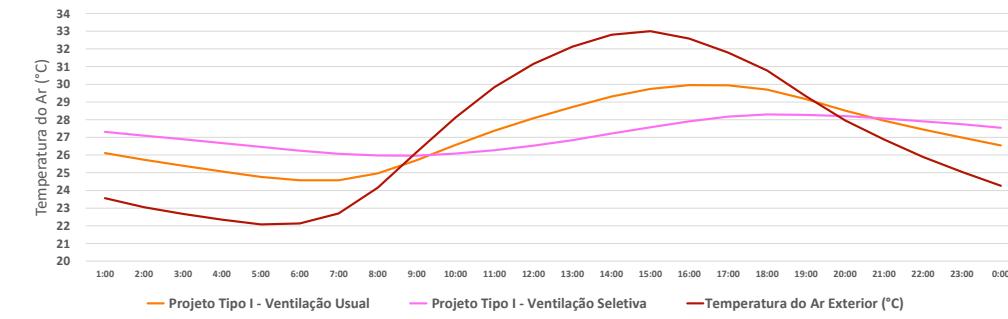
**COMPARATIVO DE VENTILAÇÃO - INVERNO**  
TIPO I - ESTAR



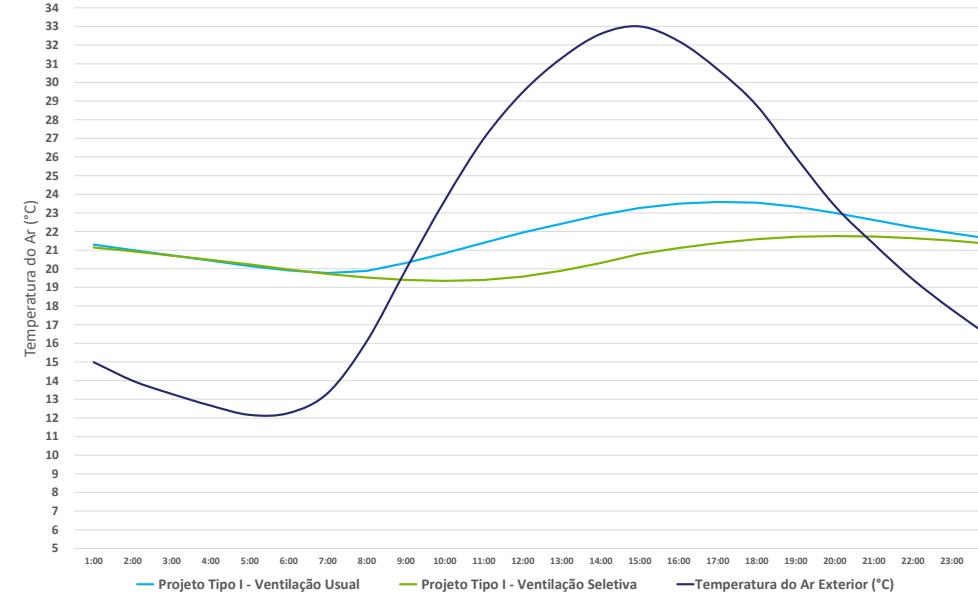
**COMPARATIVO DE VENTILAÇÃO - VERÃO**  
TIPO I - DORM 1



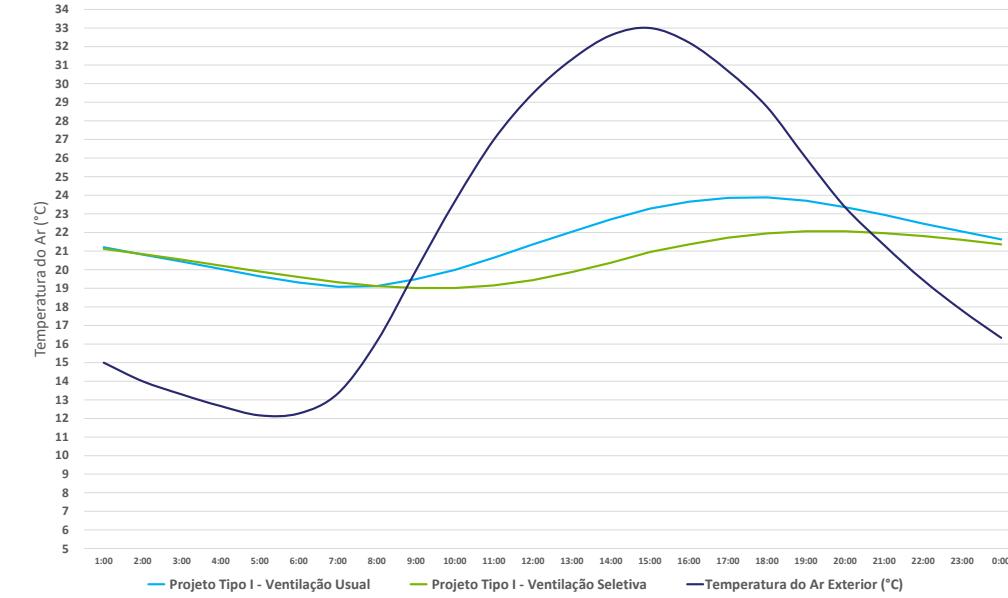
**COMPARATIVO DE VENTILAÇÃO - VERÃO**  
TIPO I - DORM 2



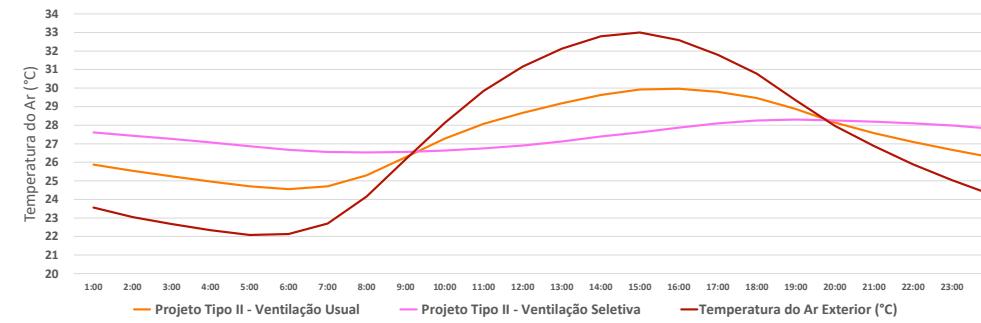
**COMPARATIVO DE VENTILAÇÃO - INVERNO**  
TIPO I - DORM 1



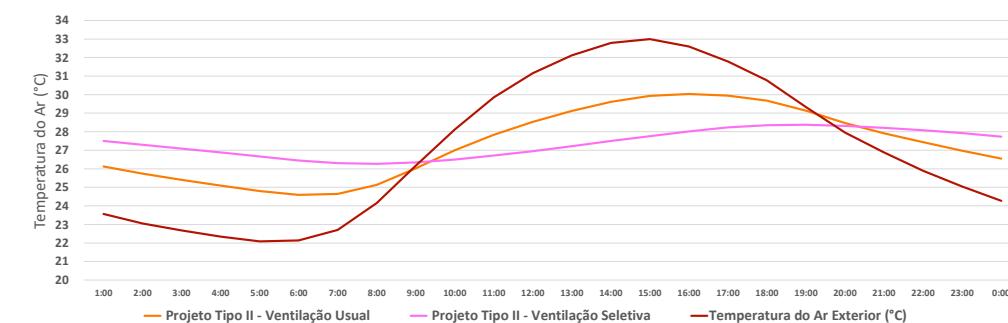
**COMPARATIVO DE VENTILAÇÃO - INVERNO**  
TIPO I - DORM 2



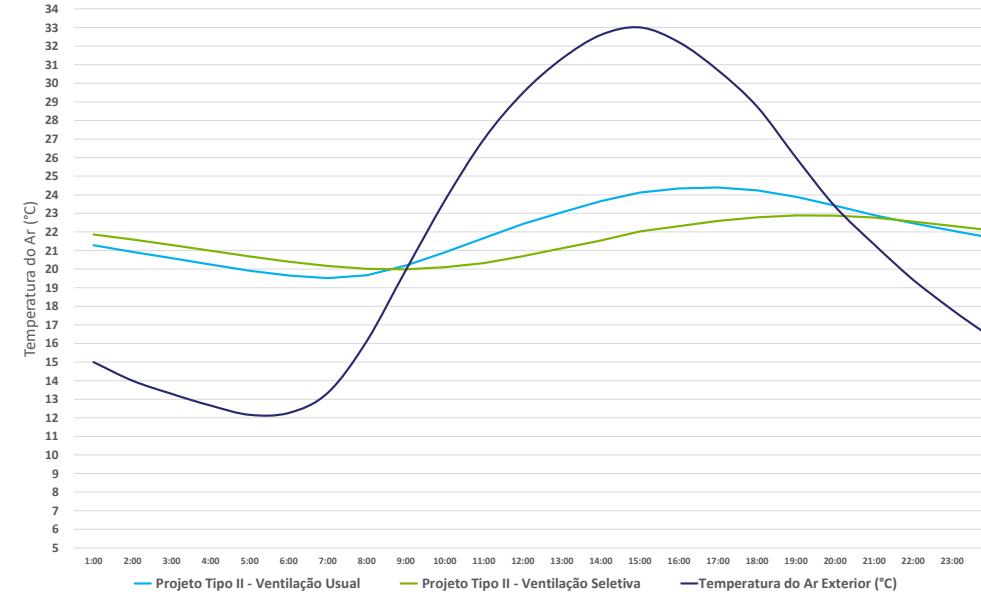
**COMPARATIVO DE VENTILAÇÃO - VERÃO**  
TIPO II - ESTAR



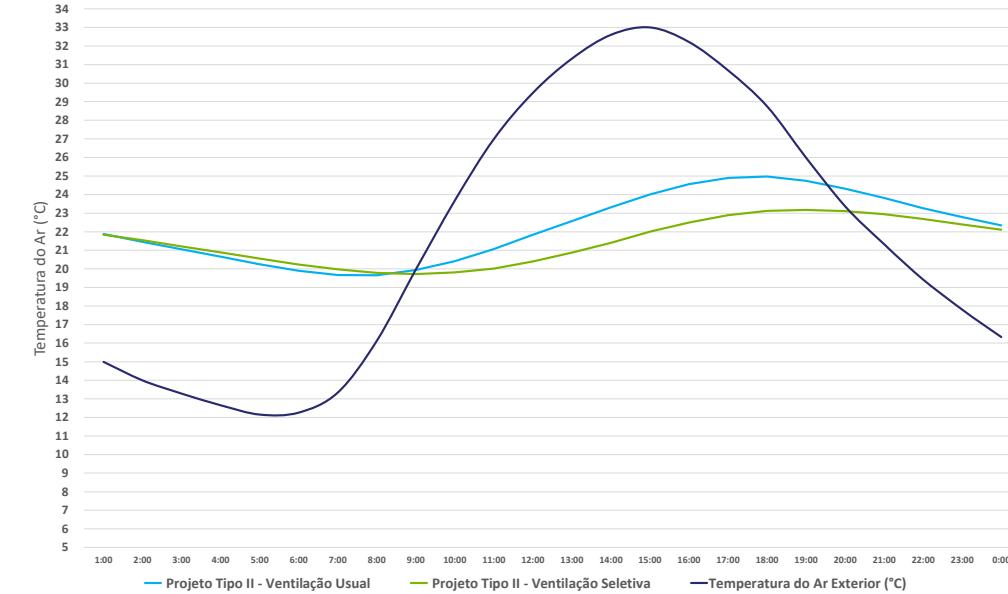
**COMPARATIVO DE VENTILAÇÃO - VERÃO**  
TIPO II - DORM 1



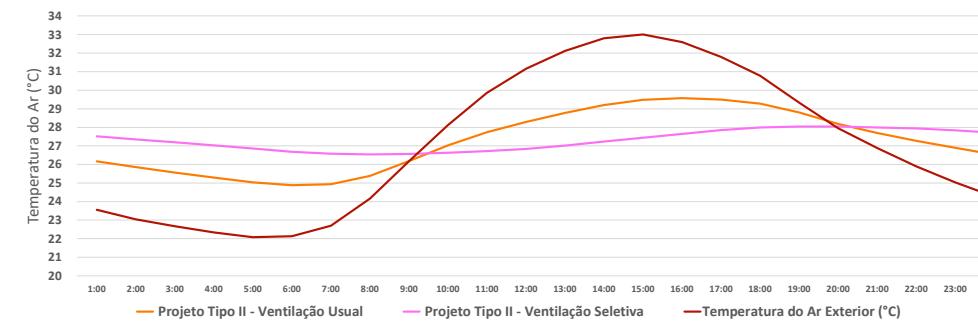
**COMPARATIVO DE VENTILAÇÃO - INVERNO**  
TIPO II - ESTAR



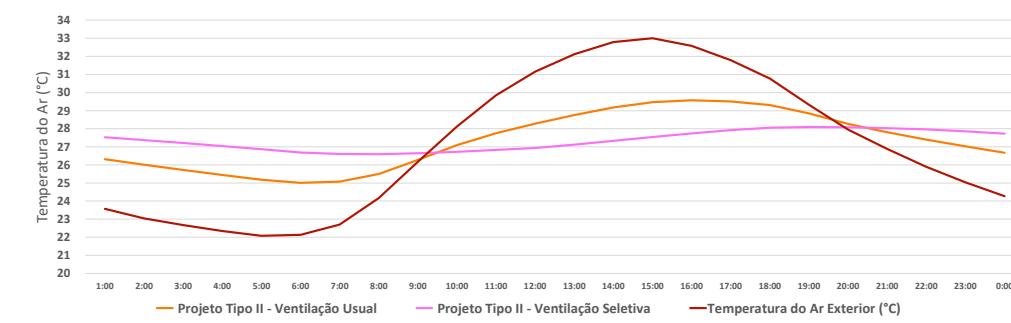
**COMPARATIVO DE VENTILAÇÃO - INVERNO**  
TIPO II - DORM 1



**COMPARATIVO DE VENTILAÇÃO - VERÃO**  
TIPO II - DORM 2



**COMPARATIVO DE VENTILAÇÃO - VERÃO**  
TIPO II - DORM 3



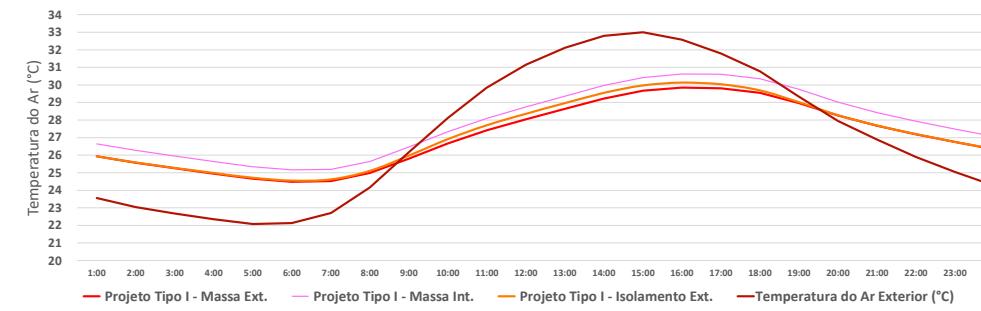
**COMPARATIVO DE VENTILAÇÃO - INVERNO**  
TIPO II - DORM 2



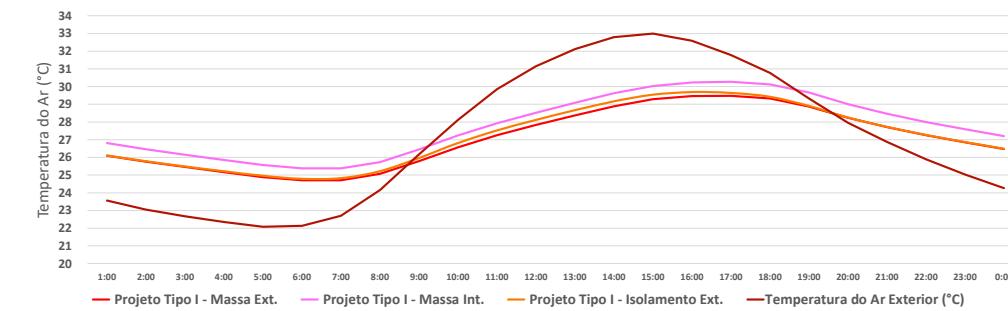
**COMPARATIVO DE VENTILAÇÃO - INVERNO**  
TIPO II - DORM 3



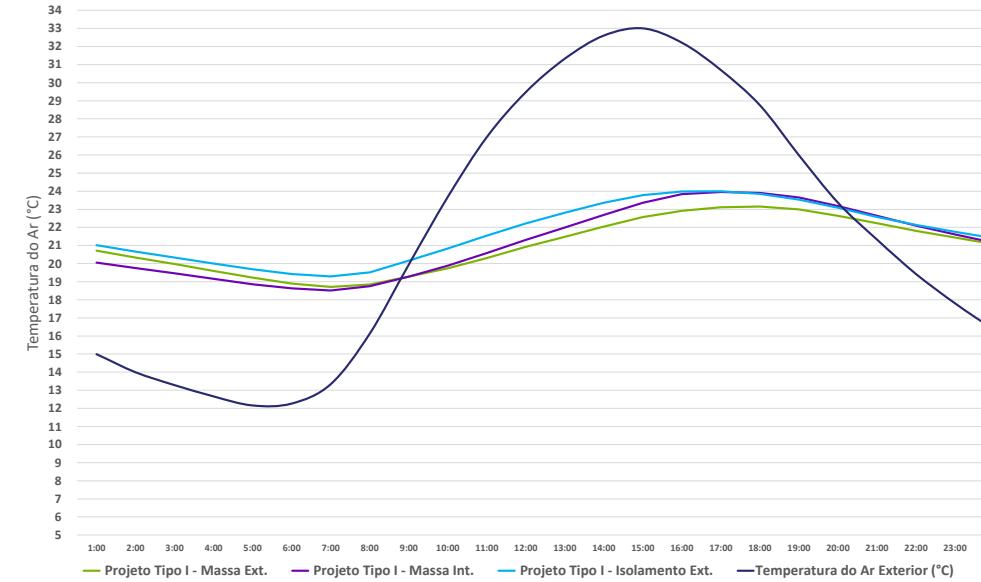
**COMPARATIVO DE PAREDES EXTERNAS- VERÃO**  
TIPO I -ESTAR



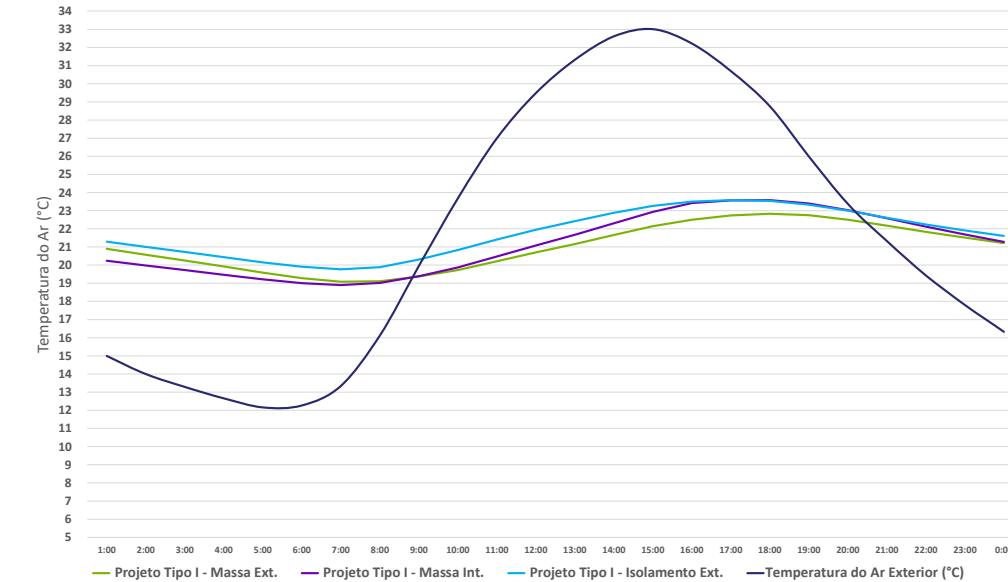
**COMPARATIVO DE PAREDES EXTERNAS- VERÃO**  
TIPO I - DORM 1



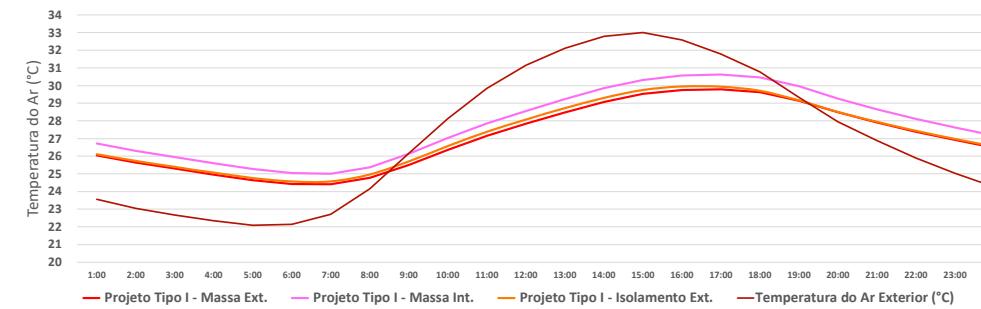
**COMPARATIVO DE PAREDES EXTERNAS - INVERNO**  
TIPO I -ESTAR



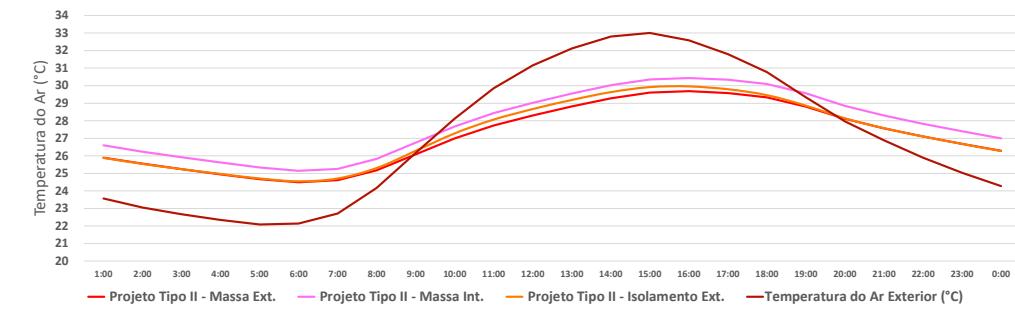
**COMPARATIVO DE PAREDES EXTERNAS - INVERNO**  
TIPO I - DORM 1



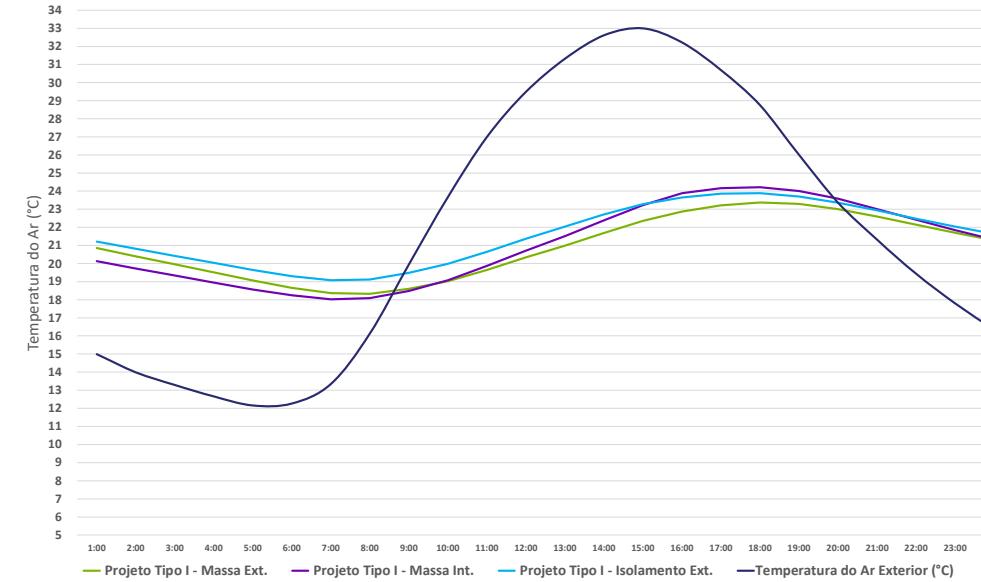
**COMPARATIVO DE PAREDES EXTERNAS- VERÃO**  
TIPO I - DORM 2



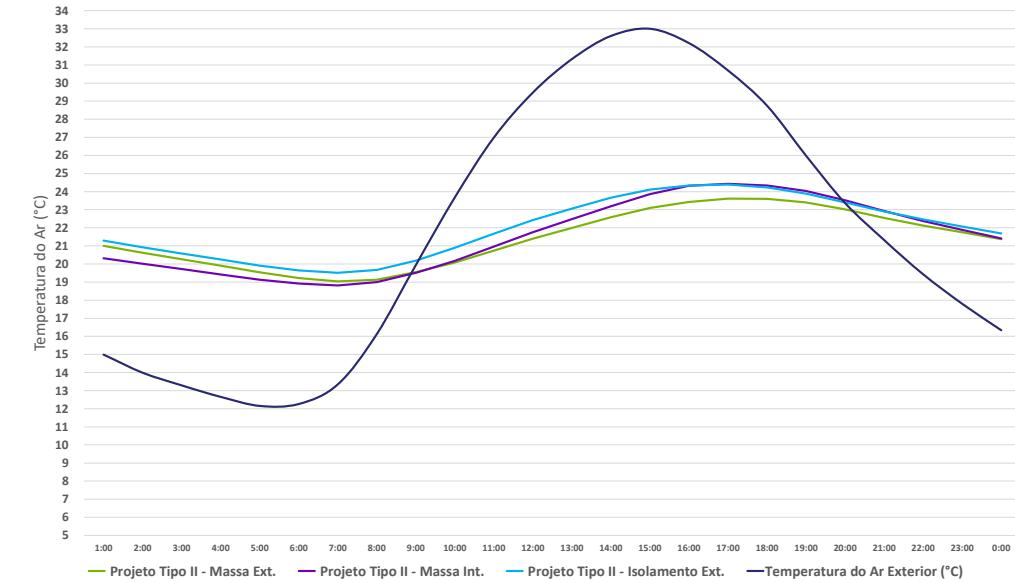
**COMPARATIVO DE PAREDES EXTERNAS- VERÃO**  
TIPO II - ESTAR



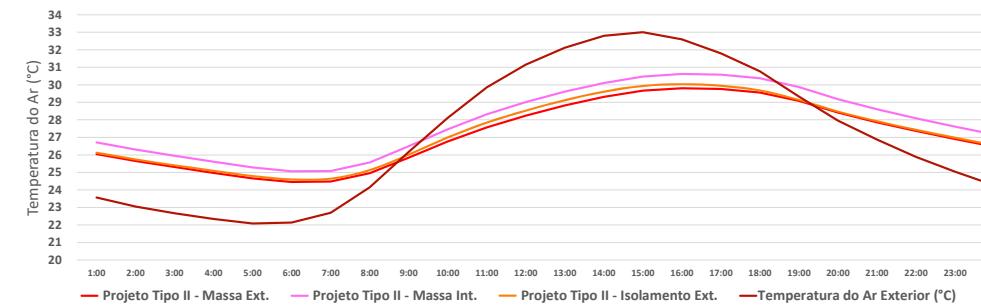
**COMPARATIVO DE PAREDES EXTERNAS - INVERNO**  
TIPO I - DORM 2



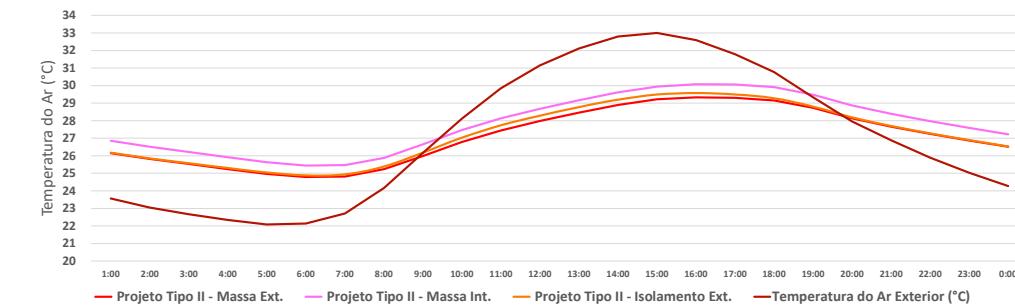
**COMPARATIVO DE PAREDES EXTERNAS - INVERNO**  
TIPO II - ESTAR



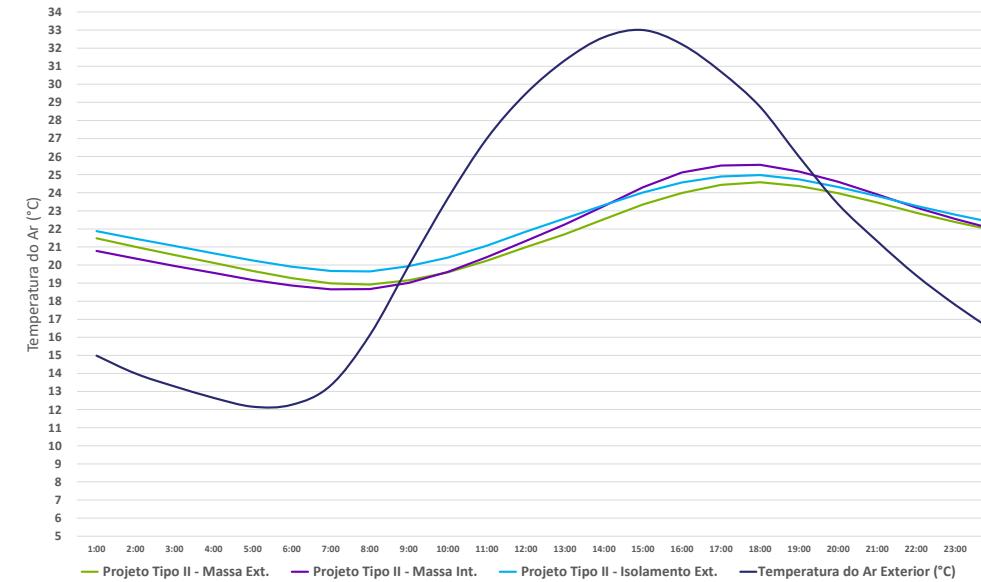
**COMPARATIVO DE PAREDES EXTERNAS- VERÃO**  
TIPO II - DORM 1



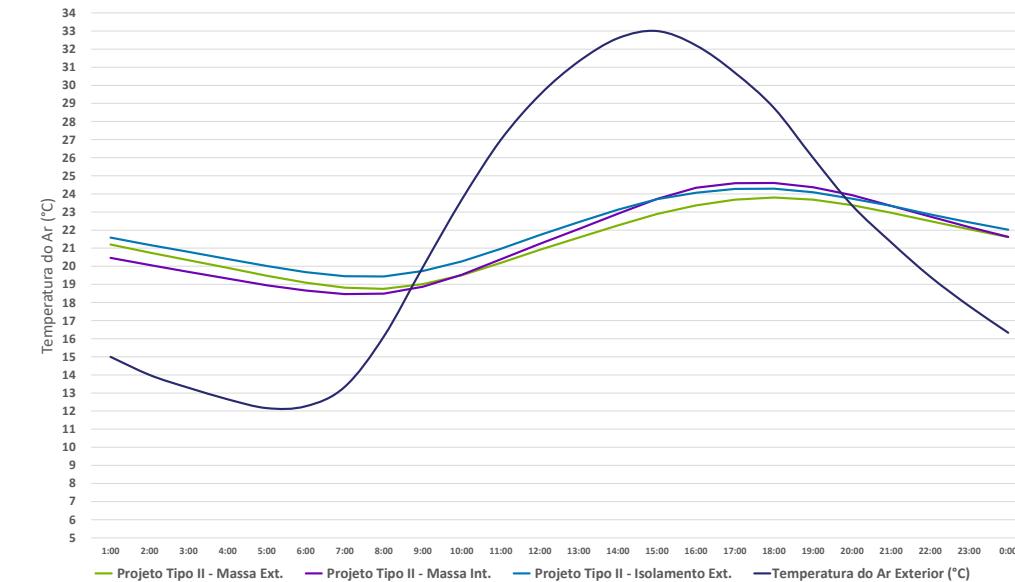
**COMPARATIVO DE PAREDES EXTERNAS- VERÃO**  
TIPO II - DORM 2



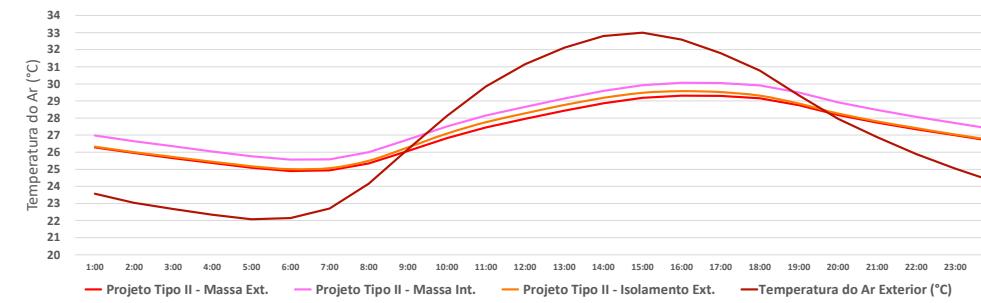
**COMPARATIVO DE PAREDES EXTERNAS - INVERNO**  
TIPO II - DORM 1



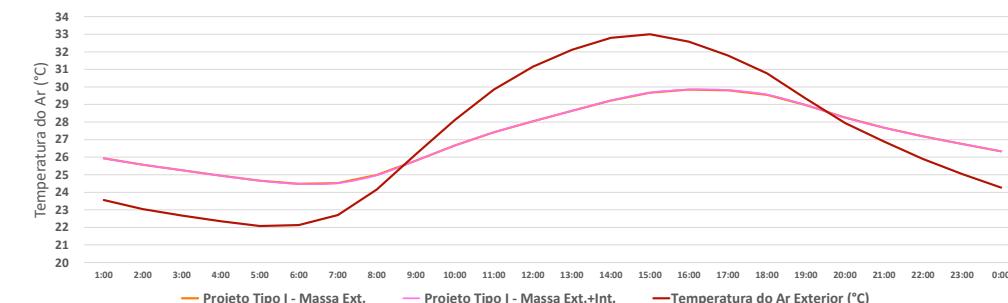
**COMPARATIVO DE PAREDES EXTERNAS - INVERNO**  
TIPO II - DORM 2



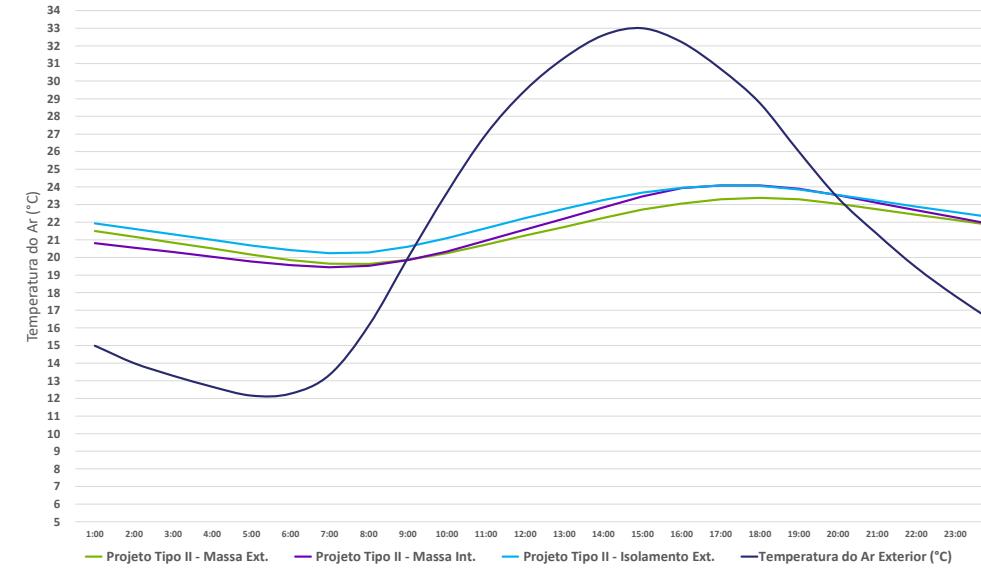
**COMPARATIVO DE PAREDES EXTERNAS- VERÃO**  
TIPO II - DORM 3



**COMPARATIVO DE PAREDES INTERNAS- VERÃO**  
TIPO I - ESTAR



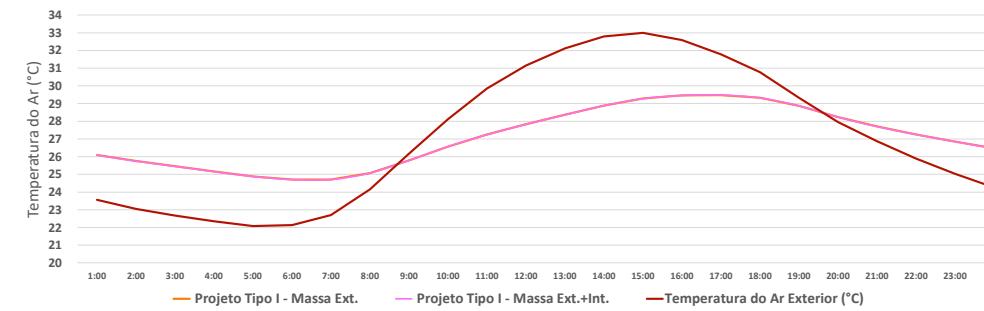
**COMPARATIVO DE PAREDES EXTERNAS - INVERNO**  
TIPO II - DORM 3



**COMPARATIVO DE PAREDES INTERNAS - INVERNO**  
TIPO I - ESTAR



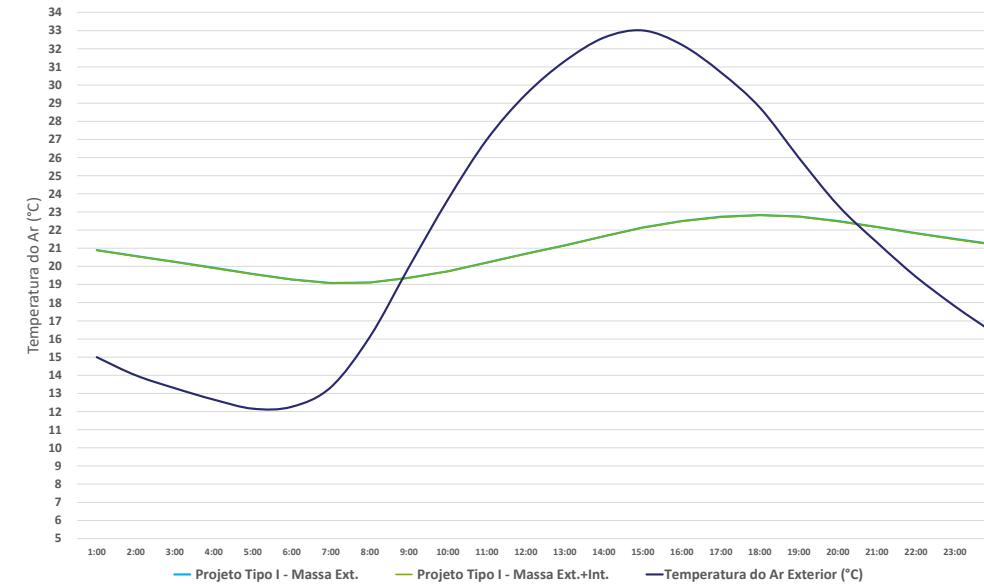
**COMPARATIVO DE PAREDES INTERNAS- VERÃO**  
TIPO I - DORM 1



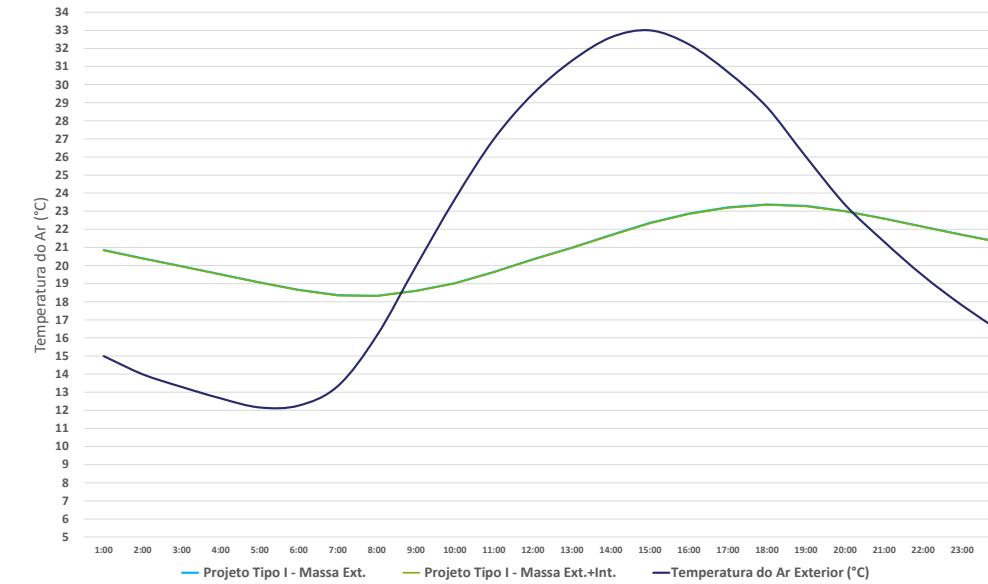
**COMPARATIVO DE PAREDES INTERNAS- VERÃO**  
TIPO I - DORM 2



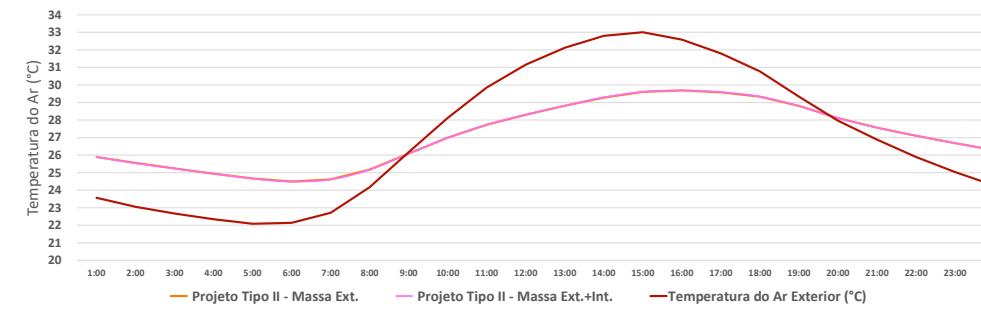
**COMPARATIVO DE PAREDES INTERNAS - INVERNO**  
TIPO I - DORM 1



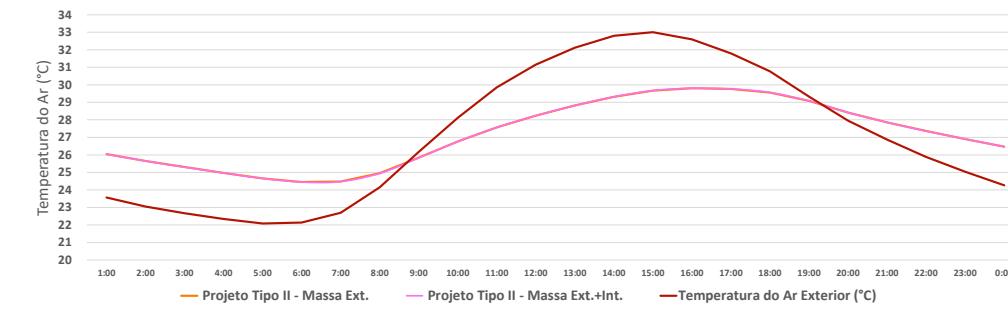
**COMPARATIVO DE PAREDES INTERNAS - INVERNO**  
TIPO I - DORM 2



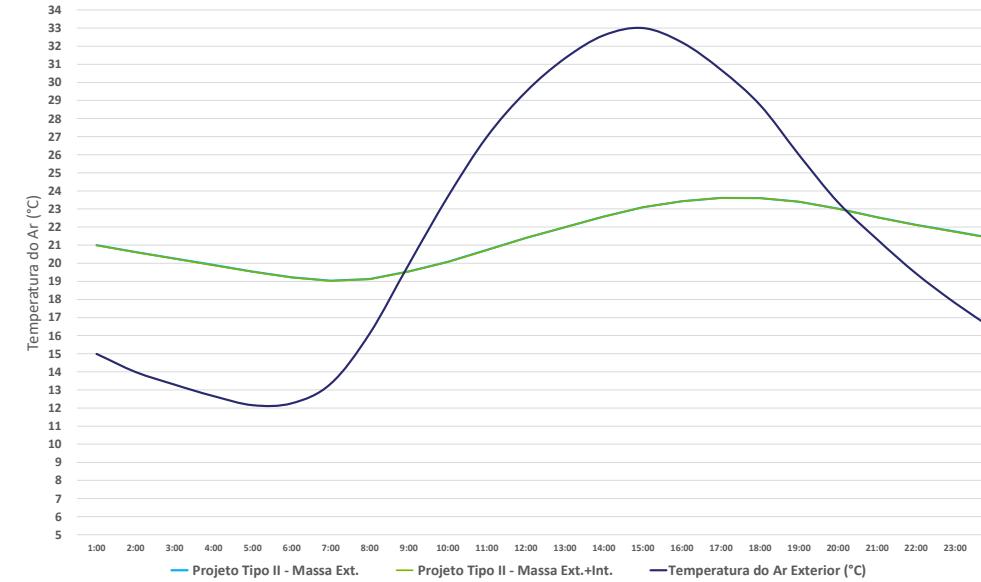
**COMPARATIVO DE PAREDES INTERNAS- VERÃO**  
TIPO II -ESTAR



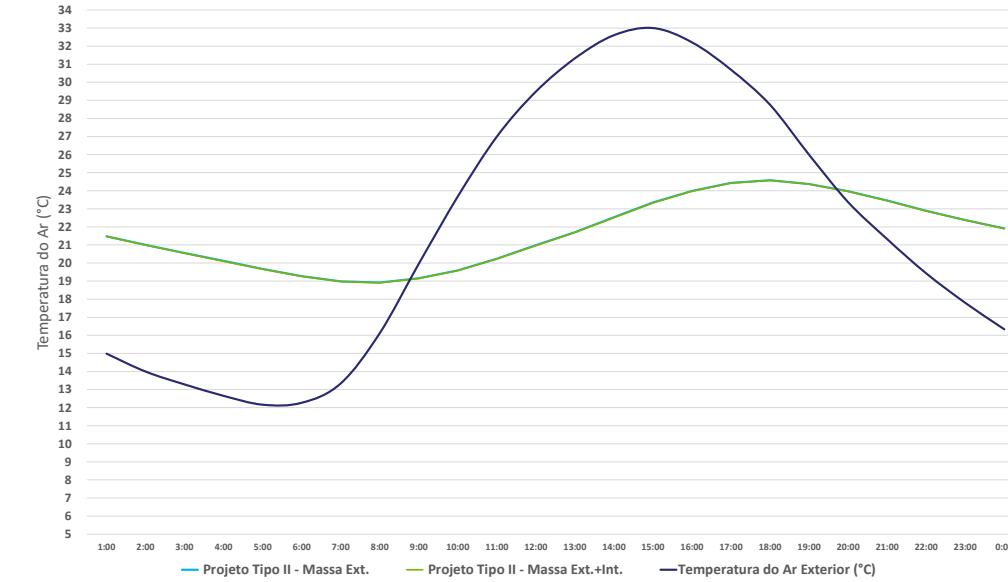
**COMPARATIVO DE PAREDES INTERNAS- VERÃO**  
TIPO II - DORM 1



**COMPARATIVO DE PAREDES INTERNAS - INVERNO**  
TIPO II -ESTAR



**COMPARATIVO DE PAREDES INTERNAS - INVERNO**  
TIPO II - DORM 1



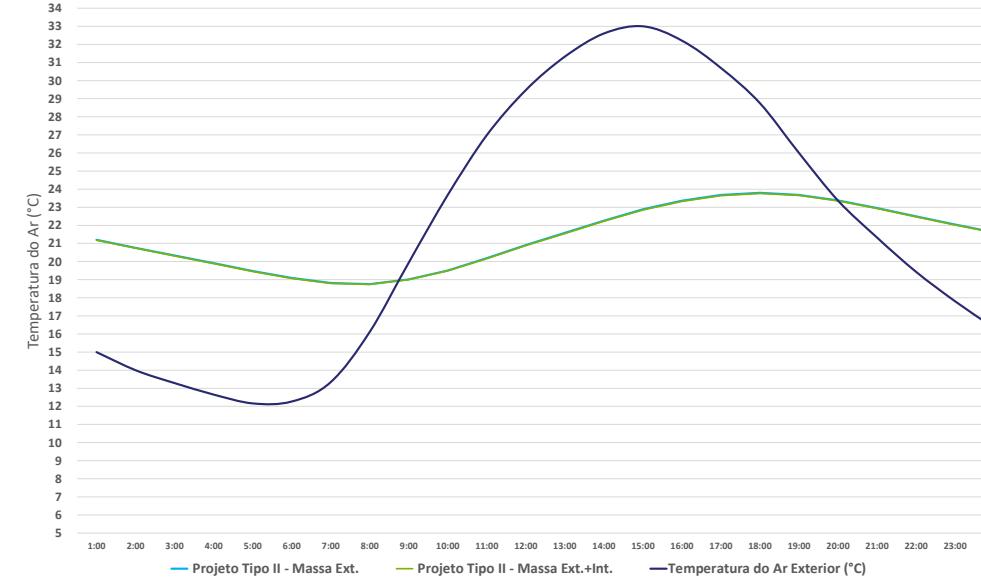
**COMPARATIVO DE PAREDES INTERNAS- VERÃO**  
TIPO II - DORM 2



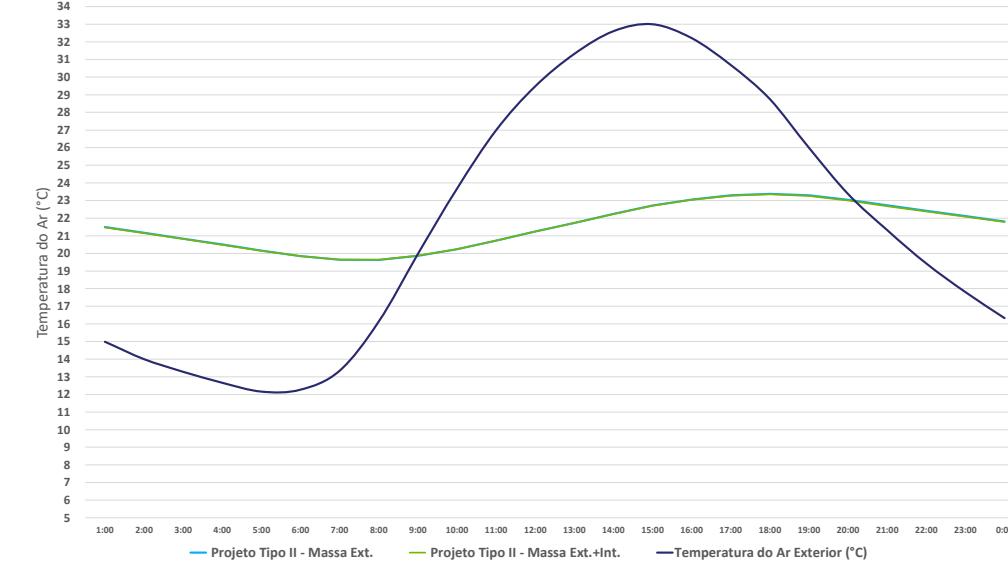
**COMPARATIVO DE PAREDES INTERNAS- VERÃO**  
TIPO II - DORM 3



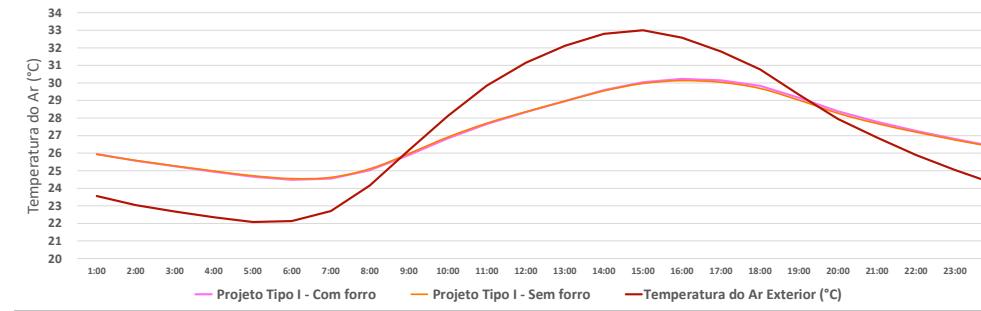
**COMPARATIVO DE PAREDES INTERNAS - INVERNO**  
TIPO II - DORM 2



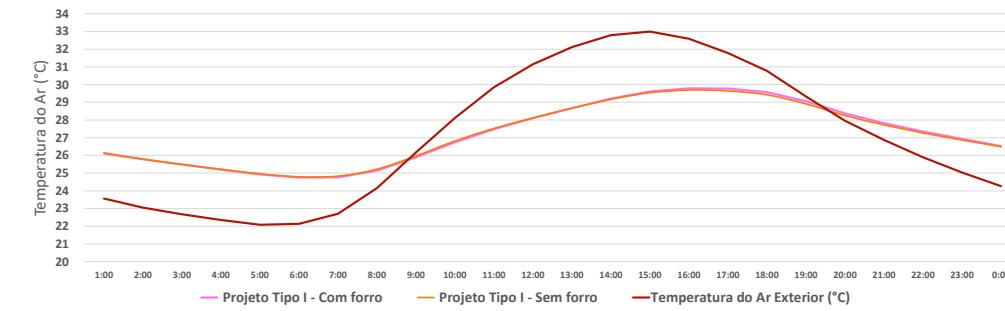
**COMPARATIVO DE PAREDES INTERNAS - INVERNO**  
TIPO II - DORM 3



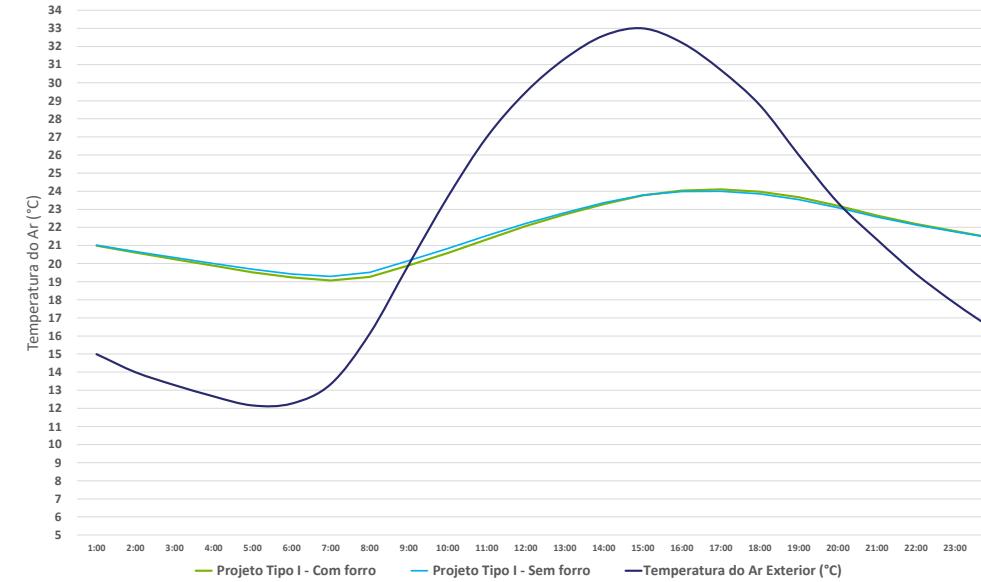
**COMPARATIVO DE FORRO- VERÃO**  
TIPO I -ESTAR



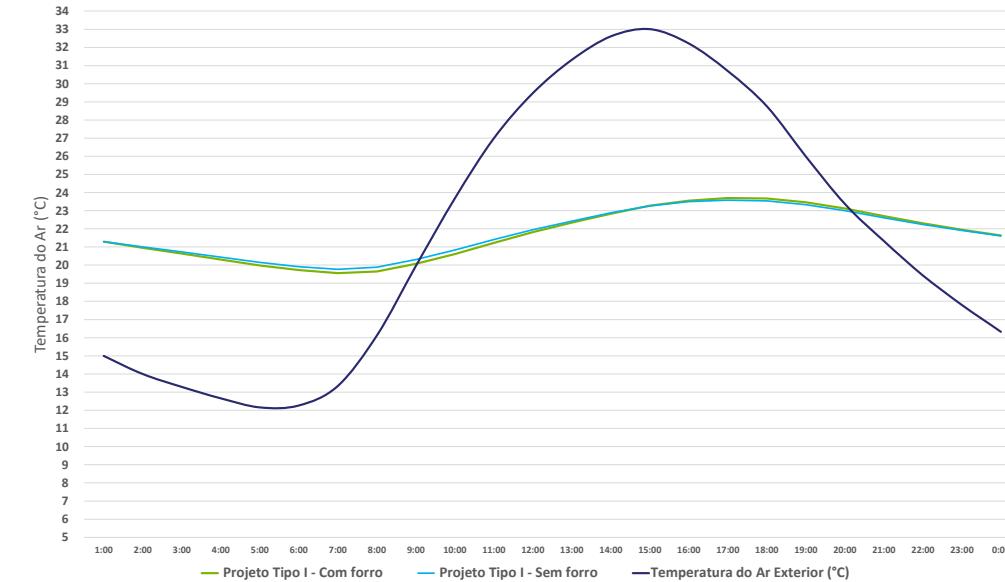
**COMPARATIVO DE FORRO- VERÃO**  
TIPO I - DORM 1



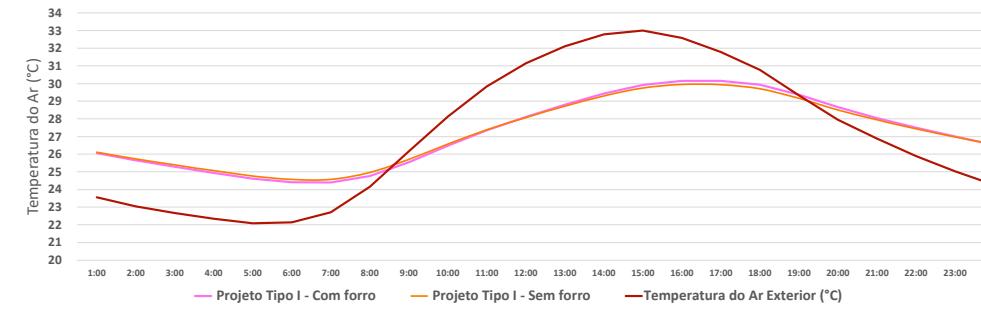
**COMPARATIVO DE FORRO - INVERNO**  
TIPO I -ESTAR



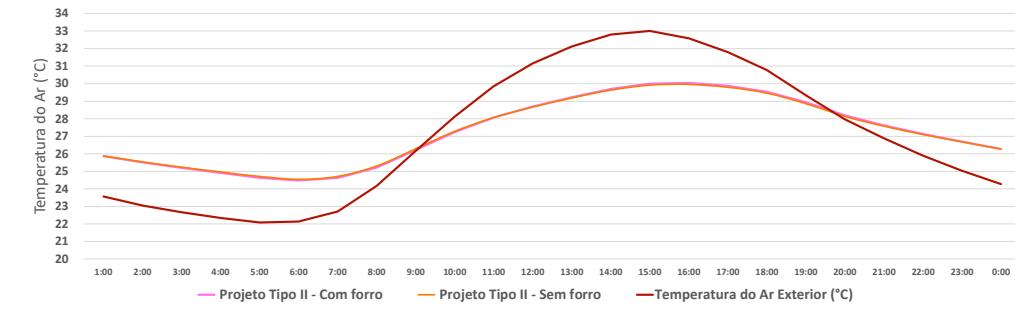
**COMPARATIVO DE FORRO - INVERNO**  
TIPO I - DORM 1



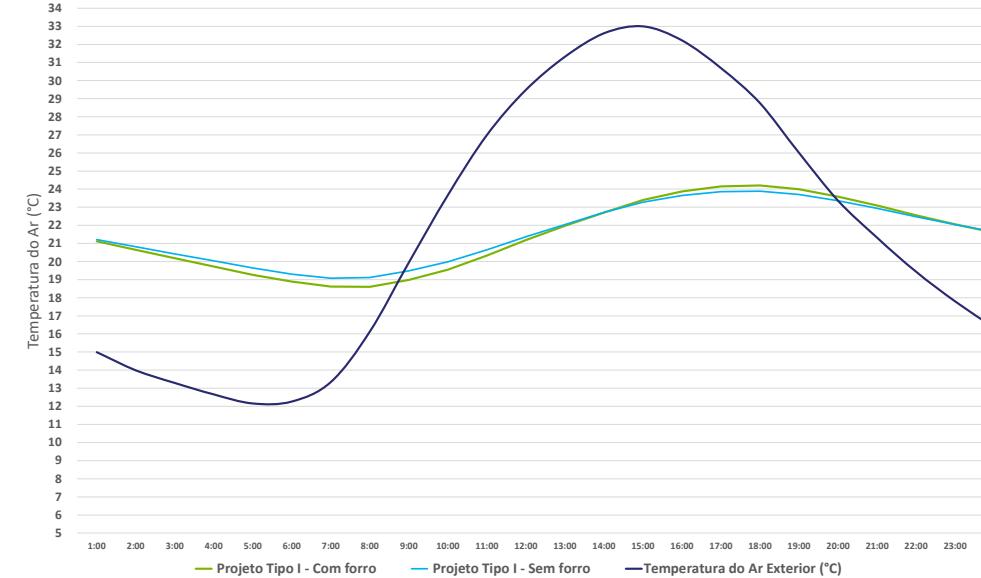
**COMPARATIVO DE FORRO- VERÃO**  
TIPO I - DORM 2



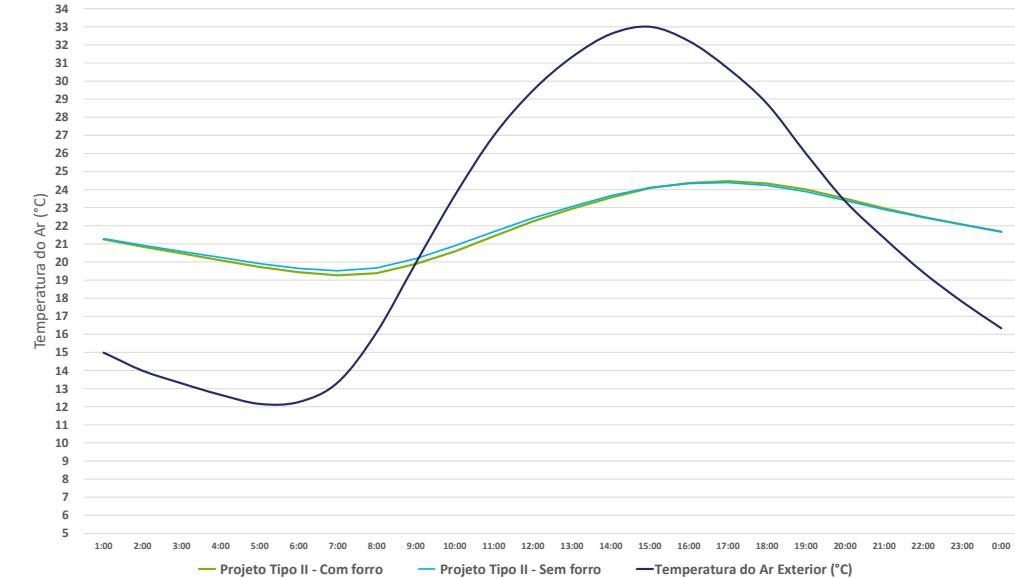
**COMPARATIVO DE FORRO- VERÃO**  
TIPO II - ESTAR



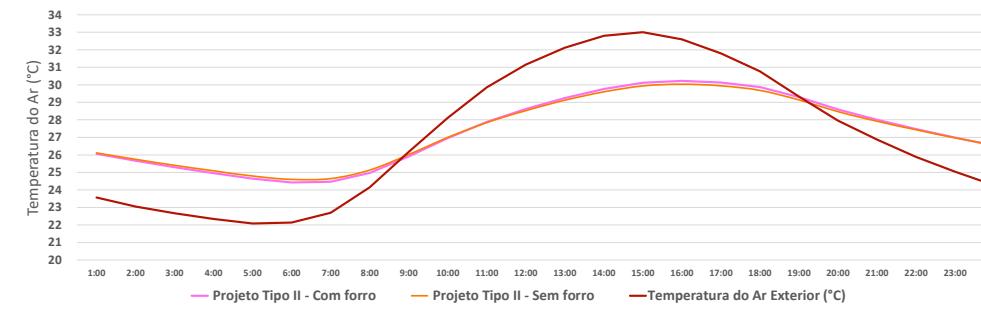
**COMPARATIVO DE FORRO - INVERNO**  
TIPO I - DORM 2



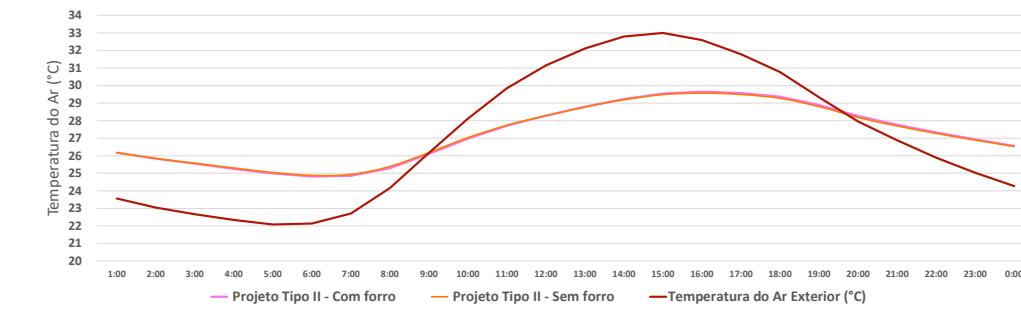
**COMPARATIVO DE FORRO - INVERNO**  
TIPO II - ESTAR



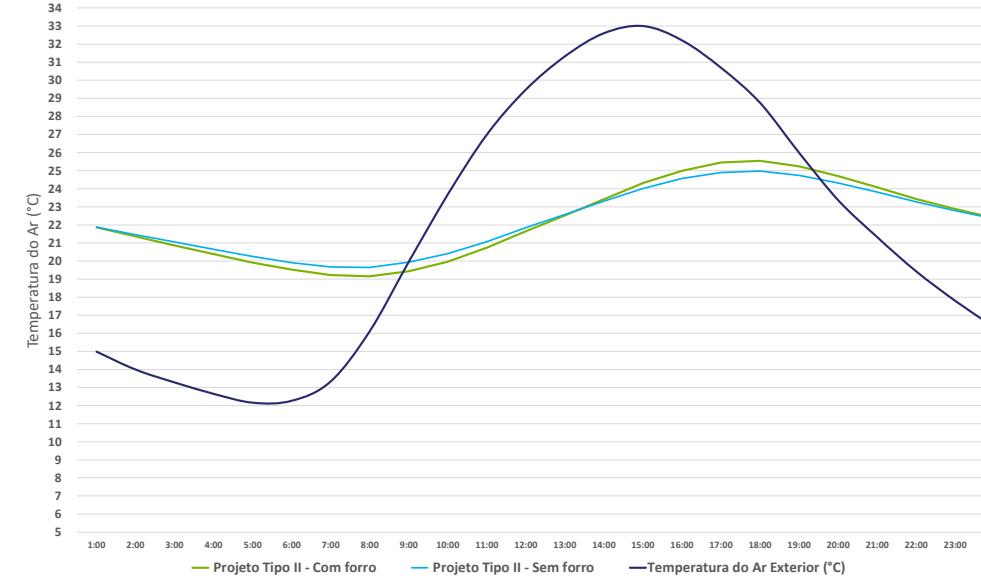
**COMPARATIVO DE FORRO - VERÃO**  
TIPO II - DORM 1



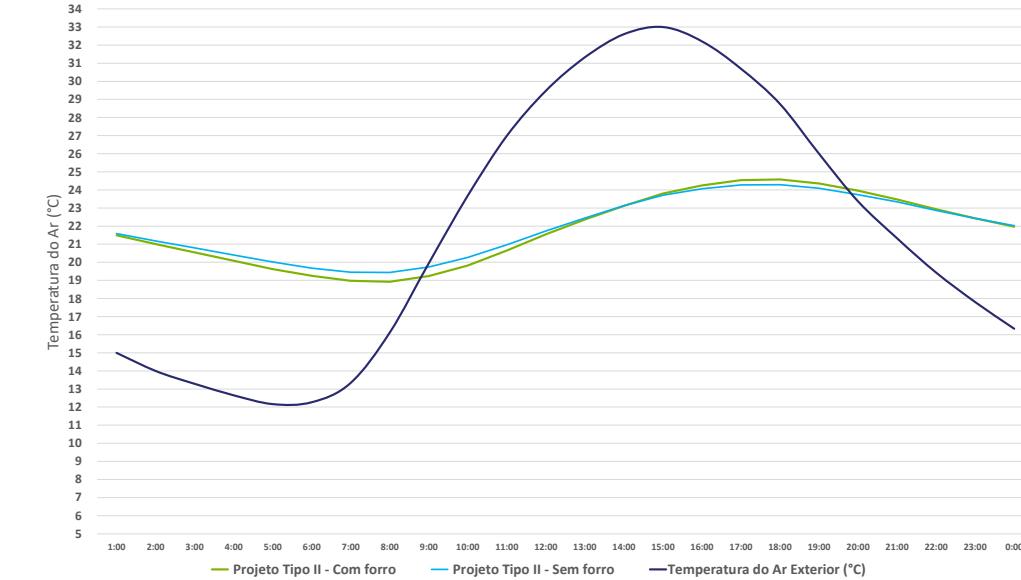
**COMPARATIVO DE FORRO - VERÃO**  
TIPO II - DORM 2



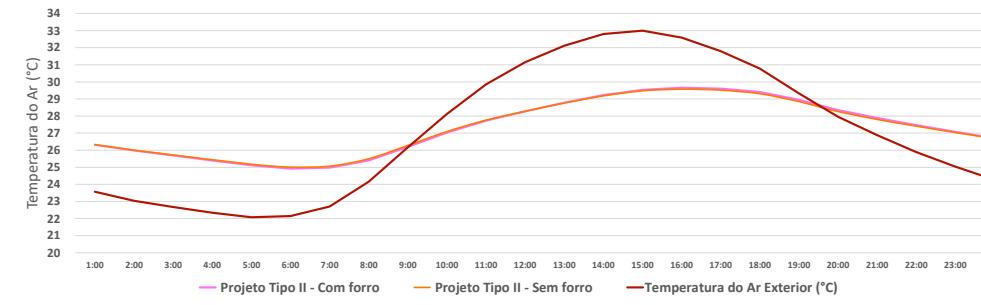
**COMPARATIVO DE FORRO - INVERNO**  
TIPO II - DORM 1



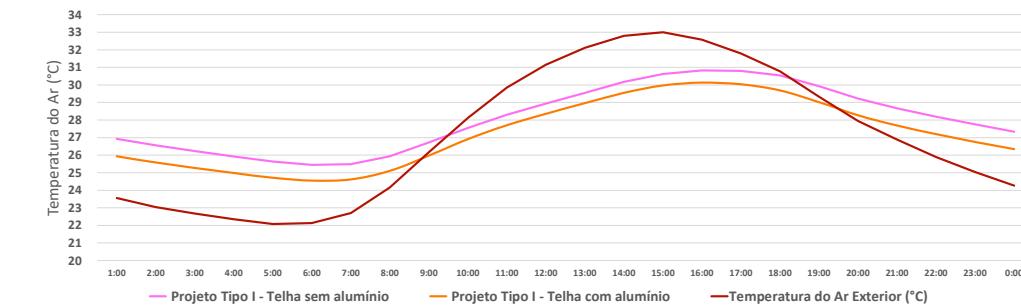
**COMPARATIVO DE FORRO - INVERNO**  
TIPO II - DORM 2



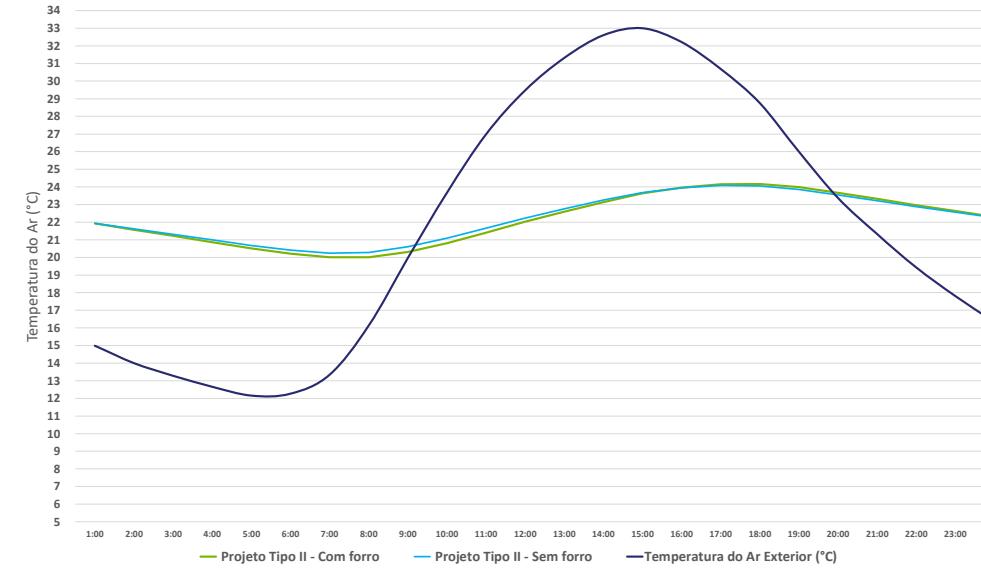
**COMPARATIVO DE FORRO- VERÃO**  
TIPO II - DORM 3



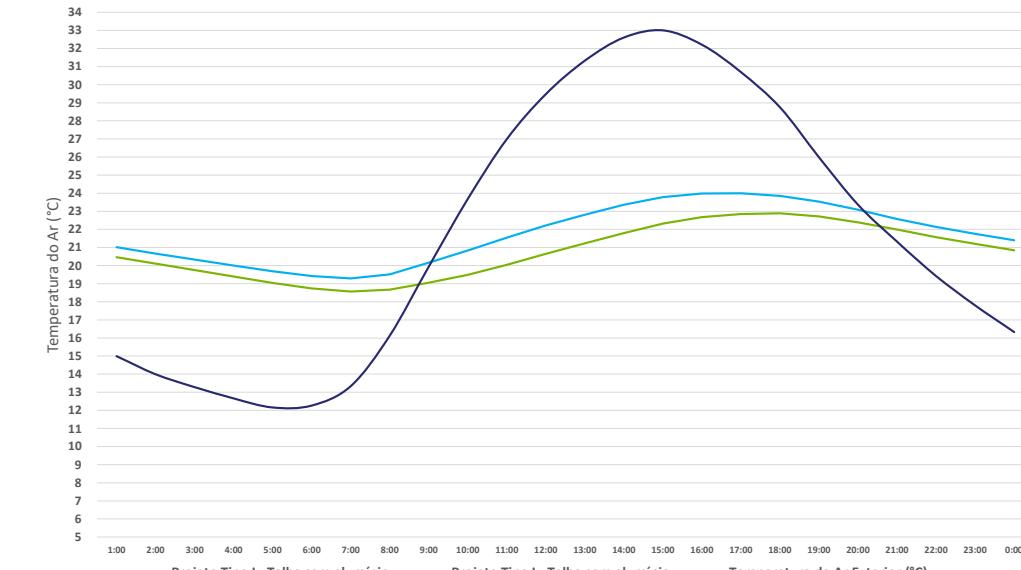
**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO- VERÃO**  
TIPO I - ESTAR



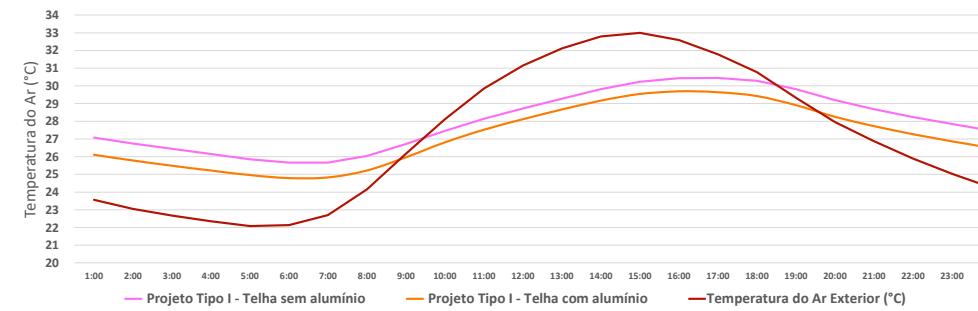
**COMPARATIVO DE FORRO - INVERNO**  
TIPO II - DORM 3



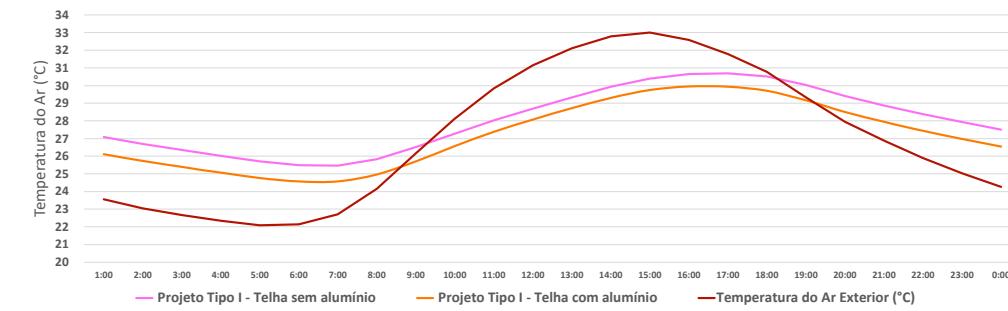
**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO- INVERNO**  
TIPO I - ESTAR



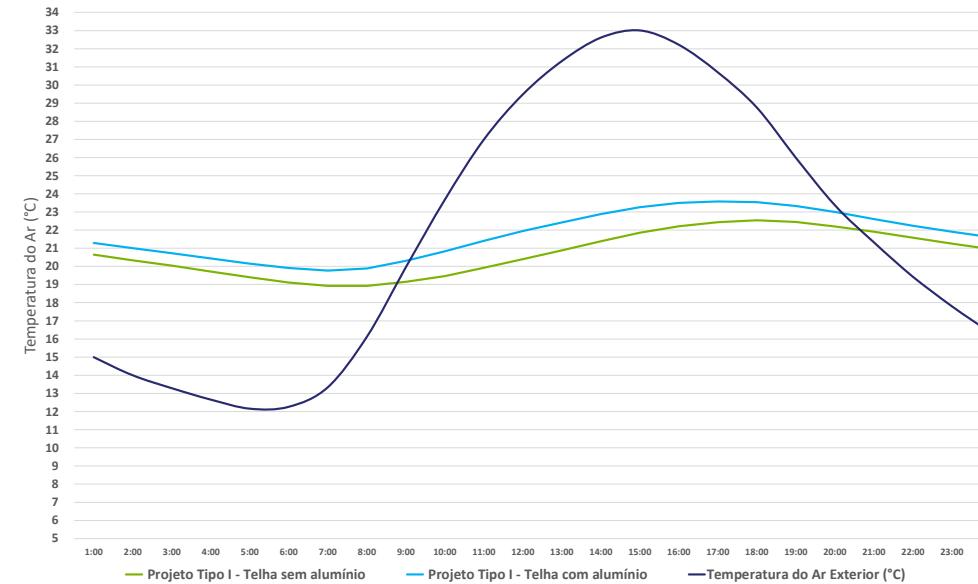
**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - VERÃO**  
TIPO I - DORM 1



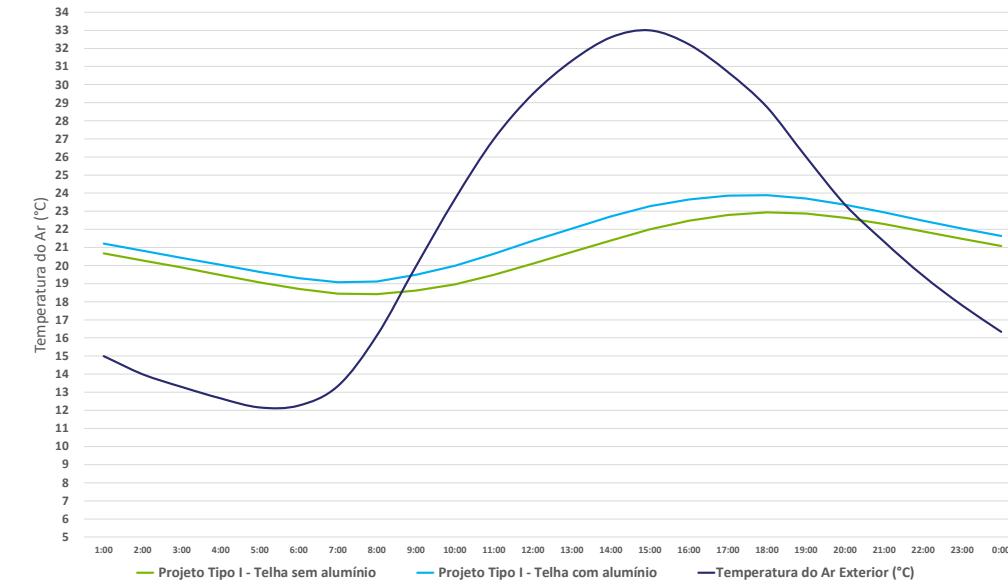
**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - VERÃO**  
TIPO I - DORM 2



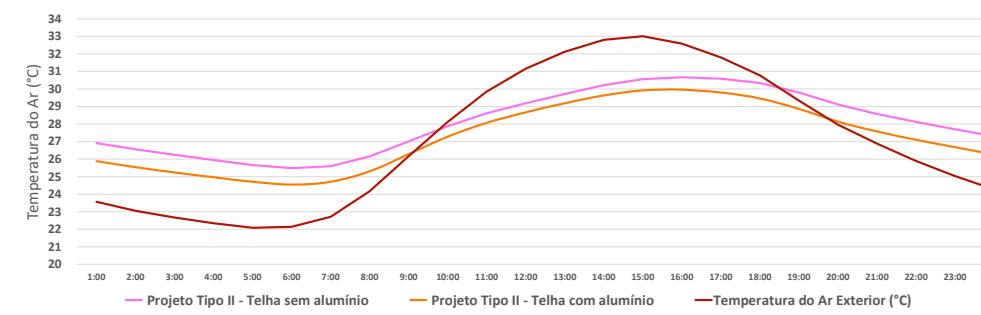
**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - INVERNO**  
TIPO I - DORM 1



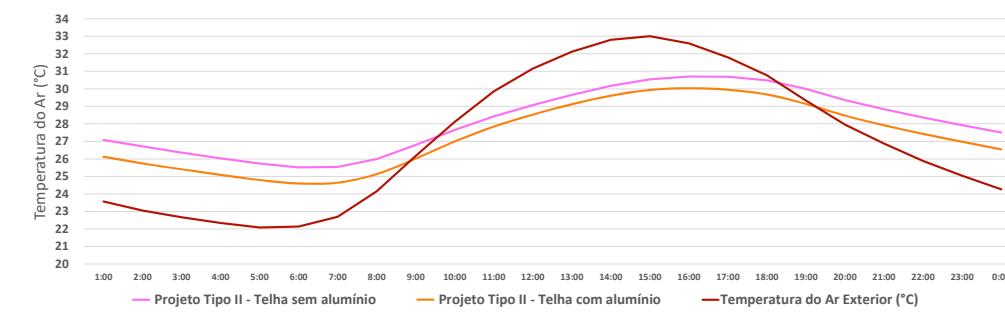
**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - INVERNO**  
TIPO I - DORM 2



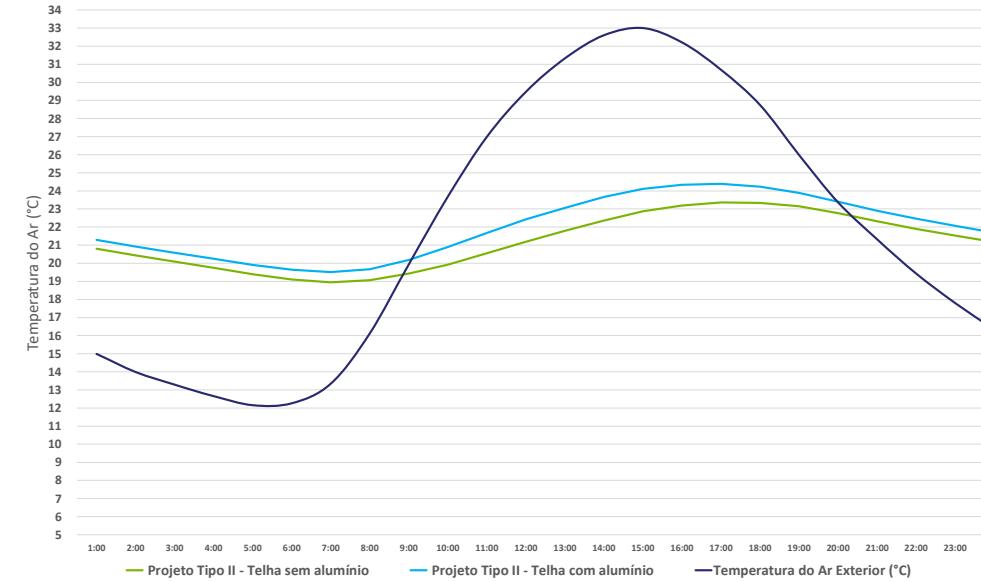
**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - VERÃO**  
TIPO II - ESTAR



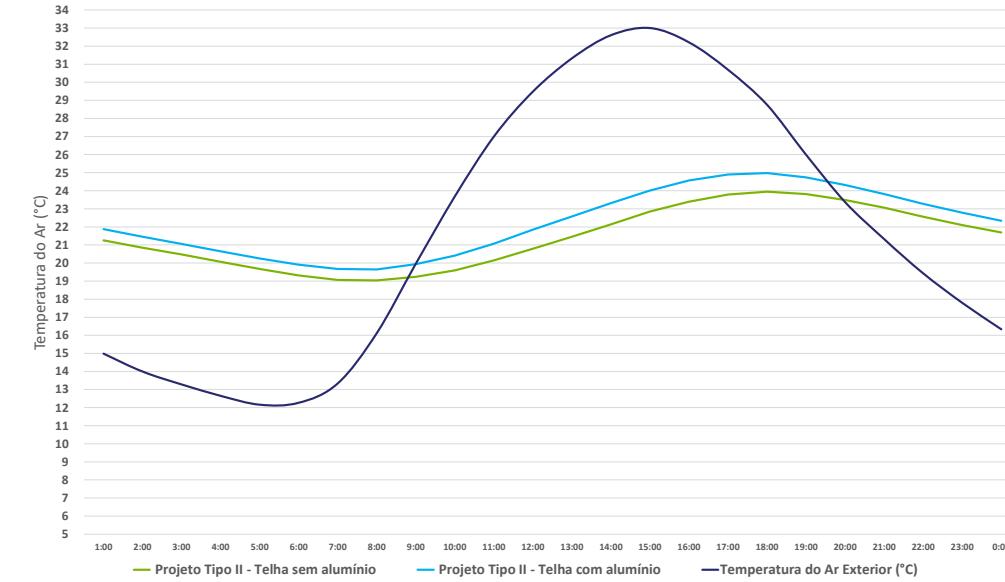
**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - VERÃO**  
TIPO II - DORM 1



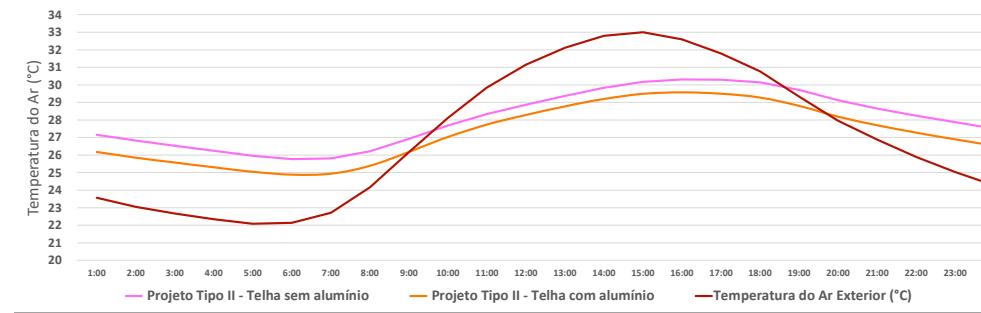
**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - INVERNO**  
TIPO II - ESTAR



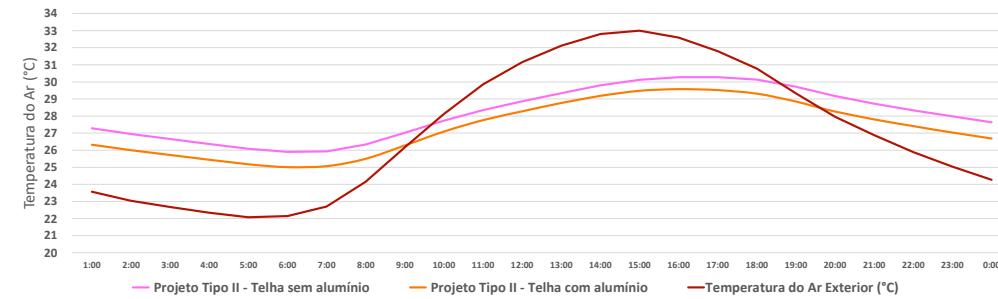
**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - INVERNO**  
TIPO II - DORM 1



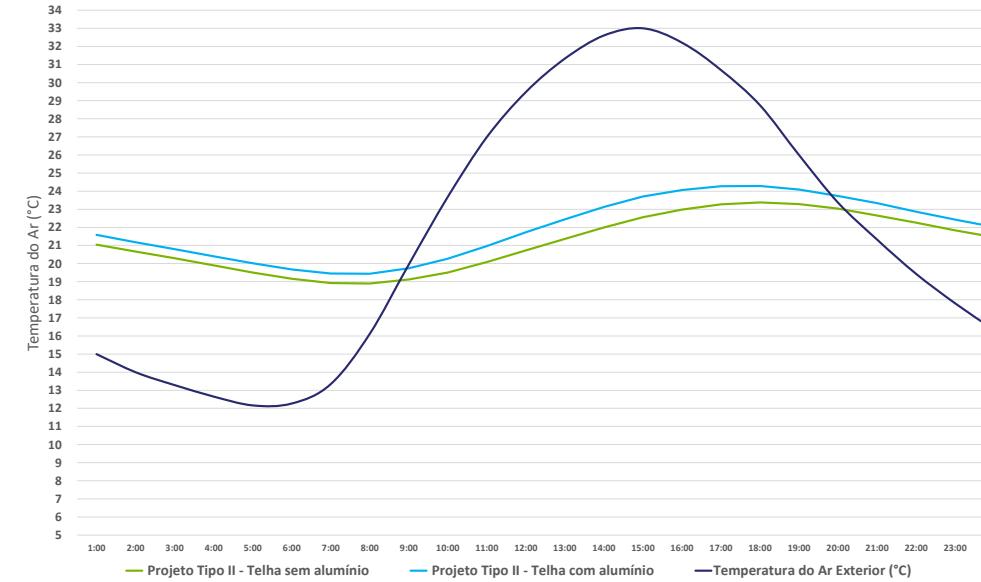
**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - VERÃO**  
TIPO II - DORM 2



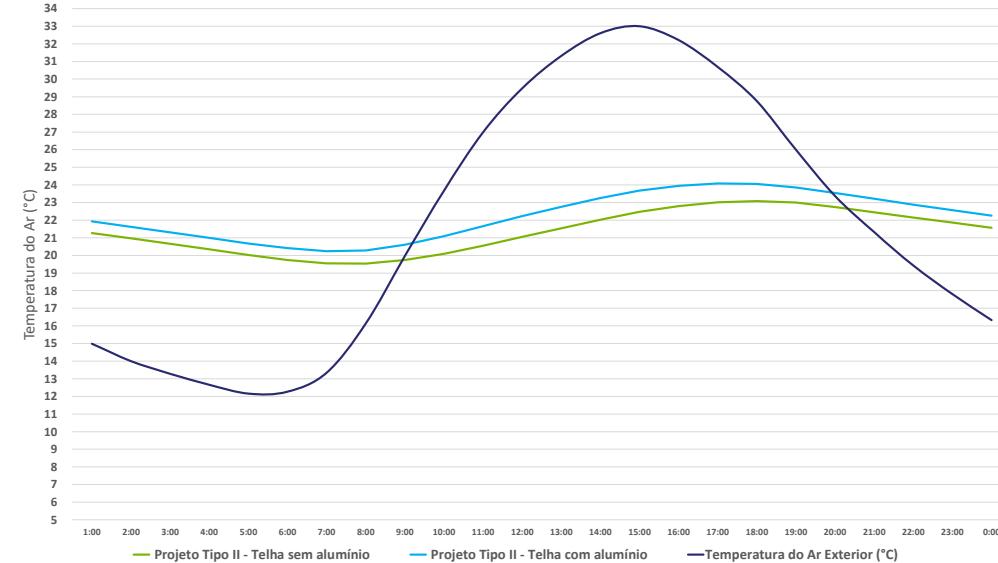
**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - VERÃO**  
TIPO II - DORM 3



**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - INVERNO**  
TIPO II - DORM 2

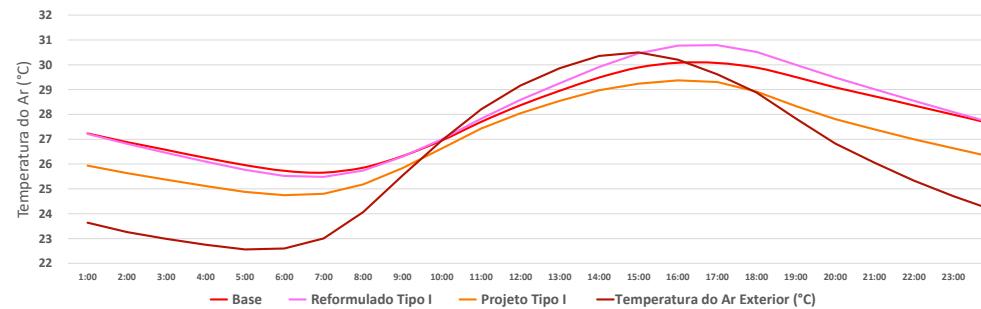


**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - INVERNO**  
TIPO II - DORM 3

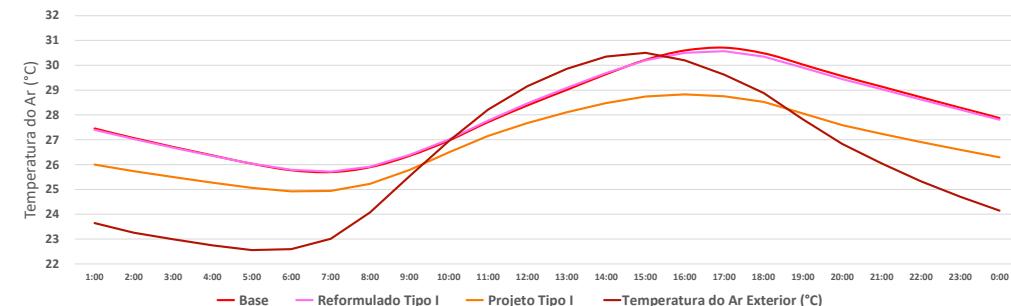


## ZONA BIOCLIMÁTICA 8 - SALVADOR

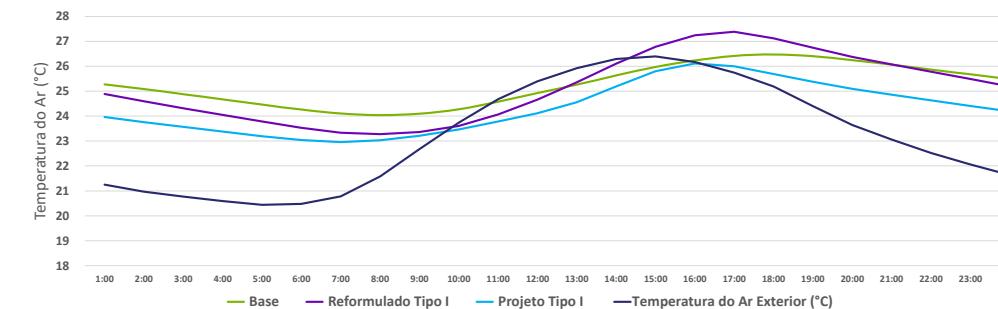
### COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - VERÃO TIPO I - ESTAR



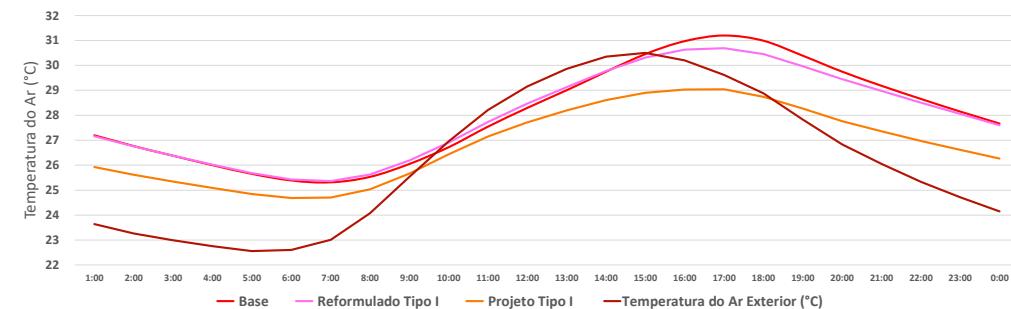
### COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - VERÃO TIPO I - DORM 1



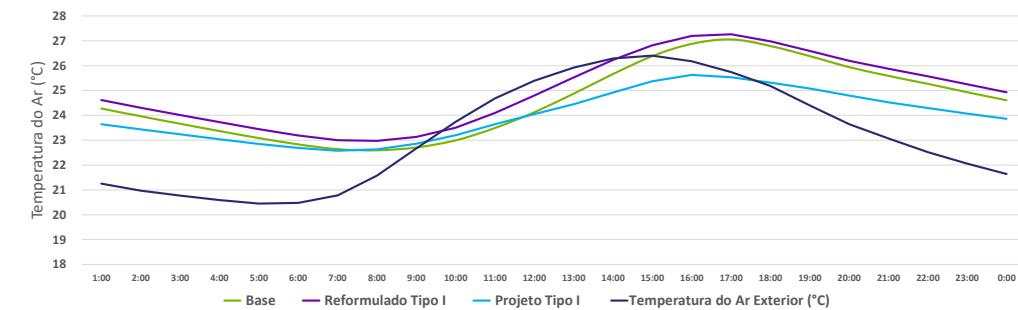
### COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - INVERNO TIPO I - ESTAR



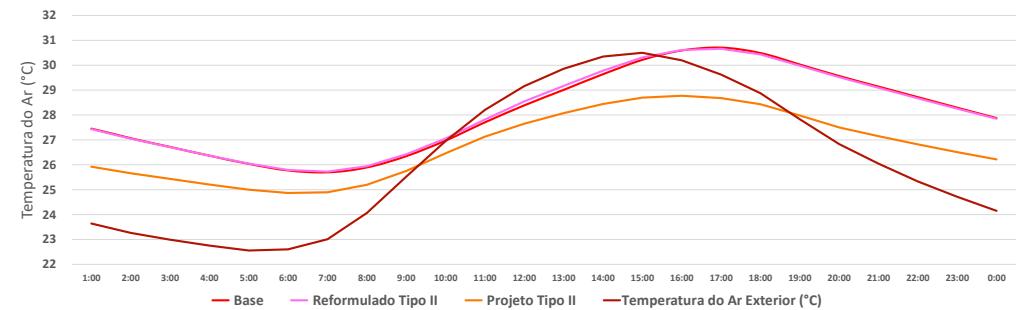
### COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - VERÃO TIPO I - DORM 2



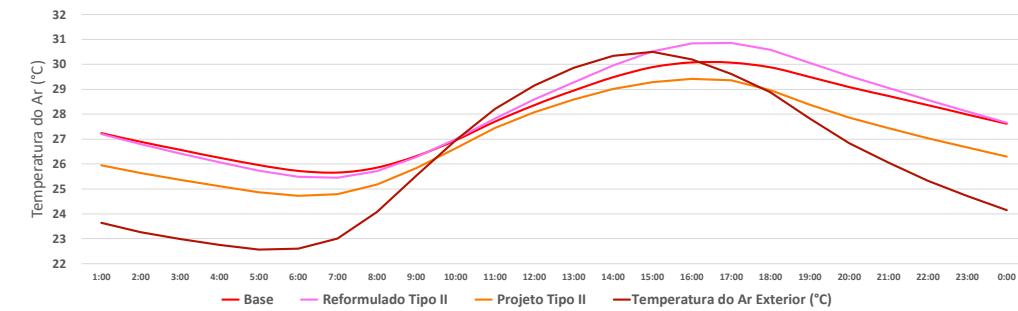
**COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - INVERNO**  
TIPO I - DORM 2



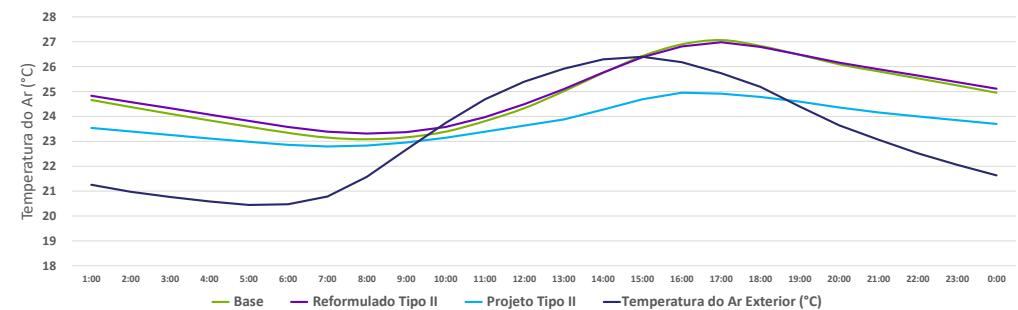
**COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - VERÃO**  
TIPO II - DORM 1



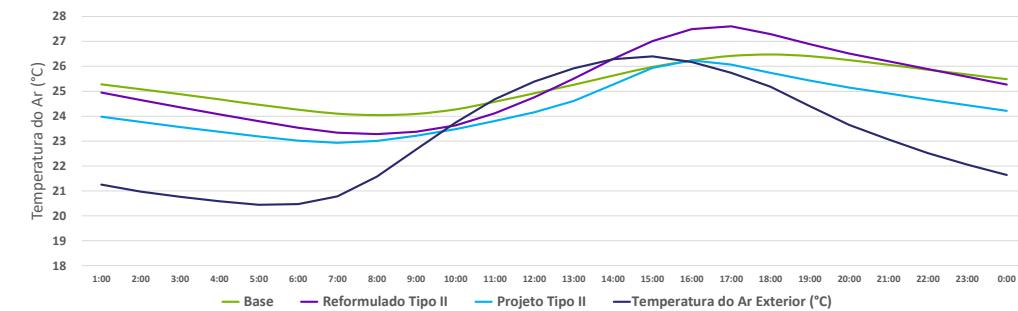
**COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - VERÃO**  
TIPO II - ESTAR



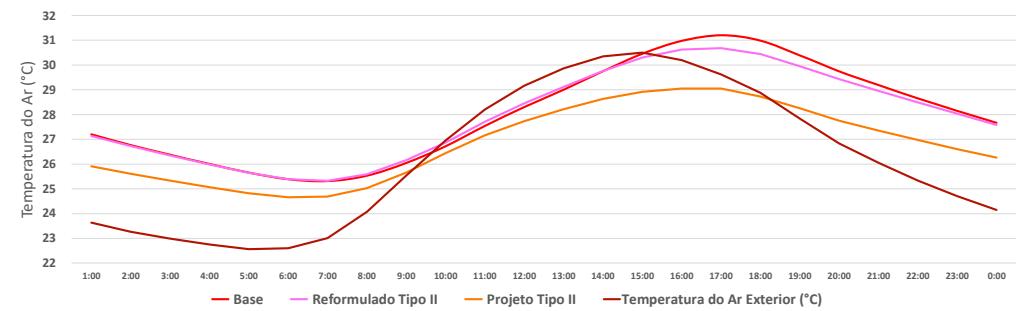
**COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - INVERNO**  
TIPO II - DORM 1



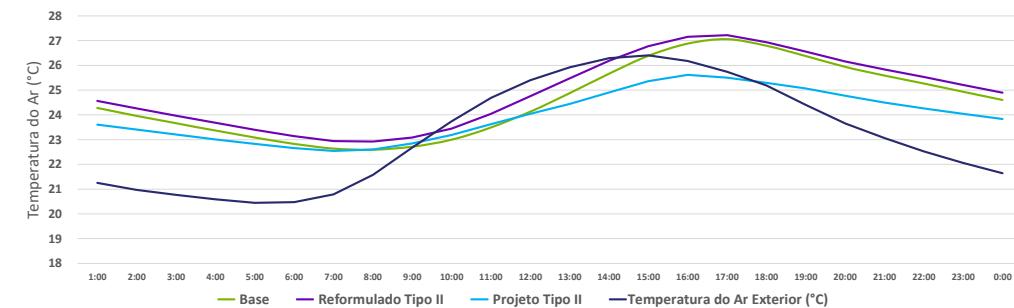
**COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - INVERNO**  
TIPO II - ESTAR



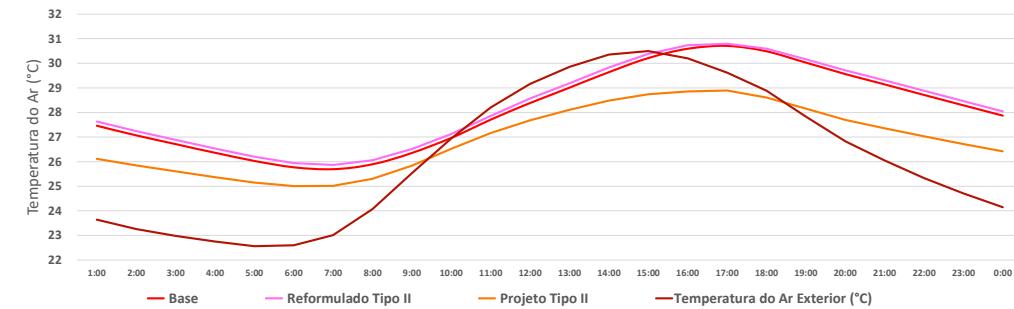
**COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - VERÃO**  
TIPO II - DORM 2



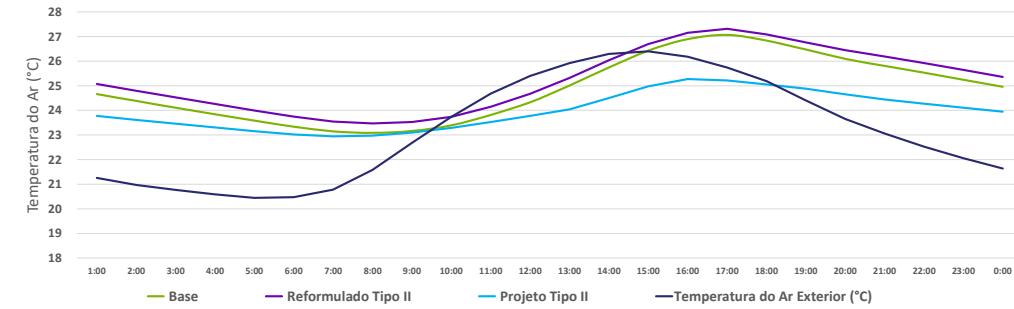
**COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - INVERNO**  
TIPO II - DORM 2



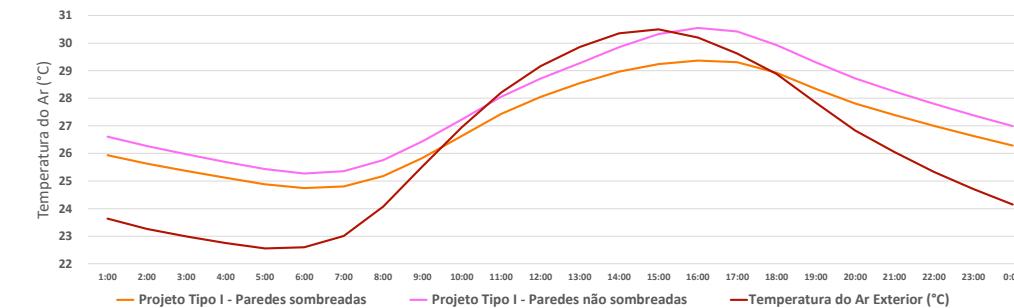
**COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - VERÃO**  
TIPO II - DORM 3



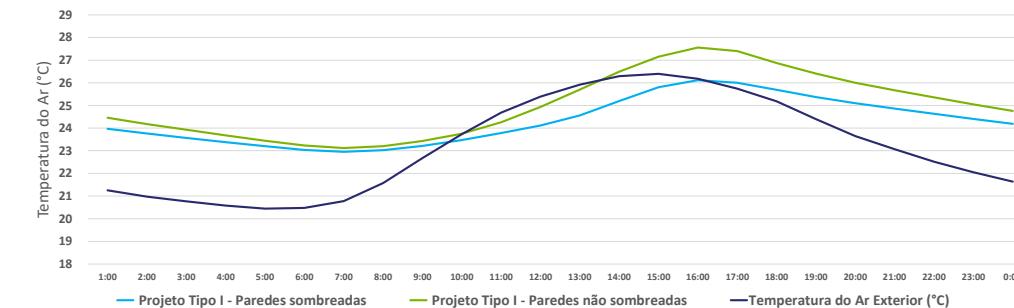
**COMPARATIVO DOS CENÁRIOS - INVERNO**  
TIPO II - DORM 3



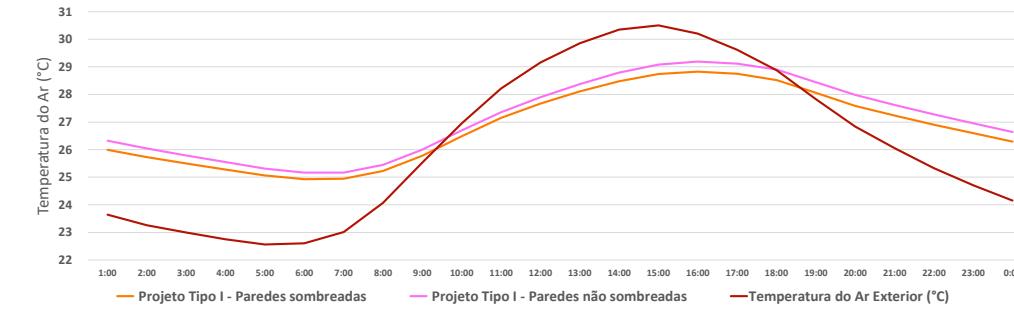
**COMPARATIVO DE SOMBREAMENTO - VERÃO**  
TIPO I - ESTAR



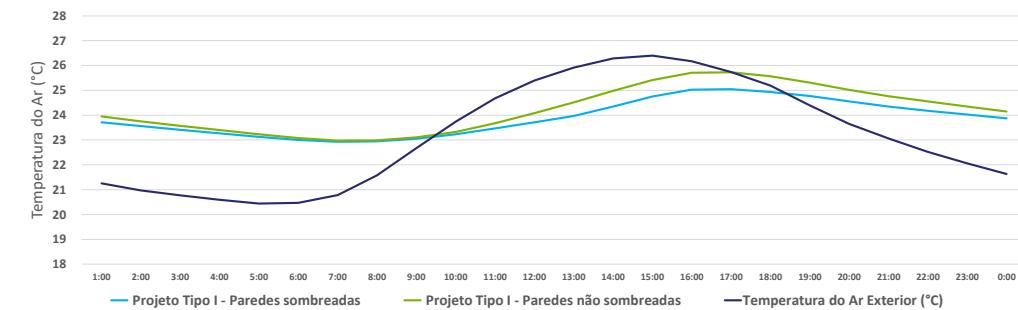
**COMPARATIVO DE SOMBREAMENTO - INVERNO**  
TIPO I - ESTAR



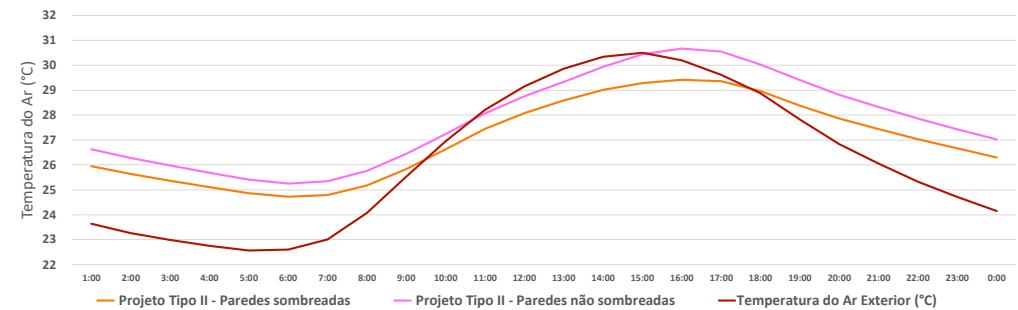
**COMPARATIVO DE SOMBREAMENTO - VERÃO**  
TIPO I - DORM 1



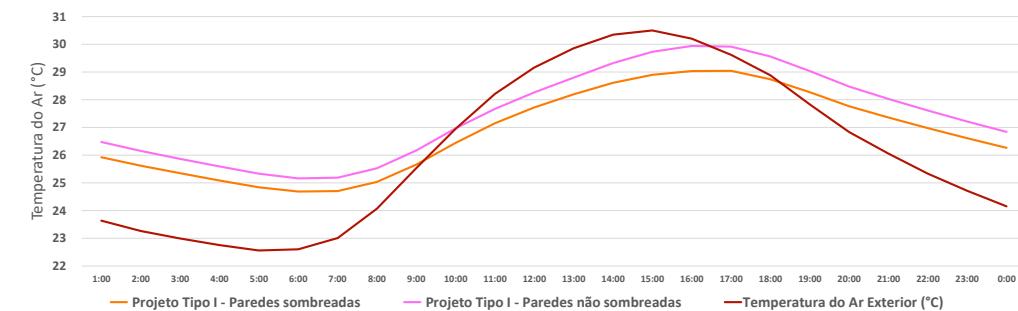
**COMPARATIVO DE SOMBREAMENTO - INVERNO**  
TIPO I - DORM 1



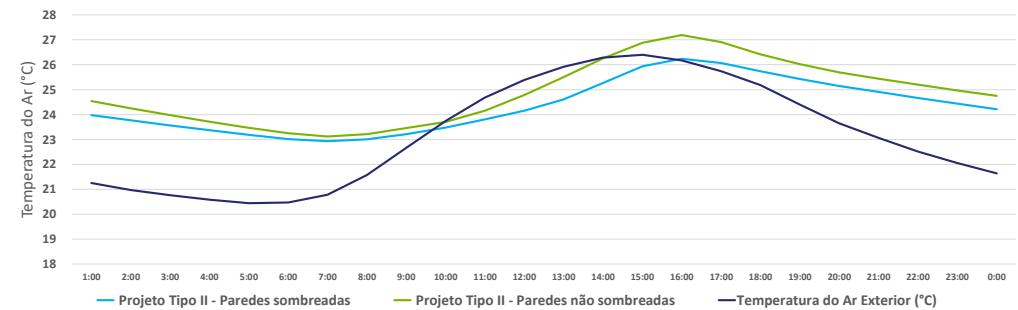
**COMPARATIVO DE SOMBREAMENTO - VERÃO**  
TIPO II - ESTAR



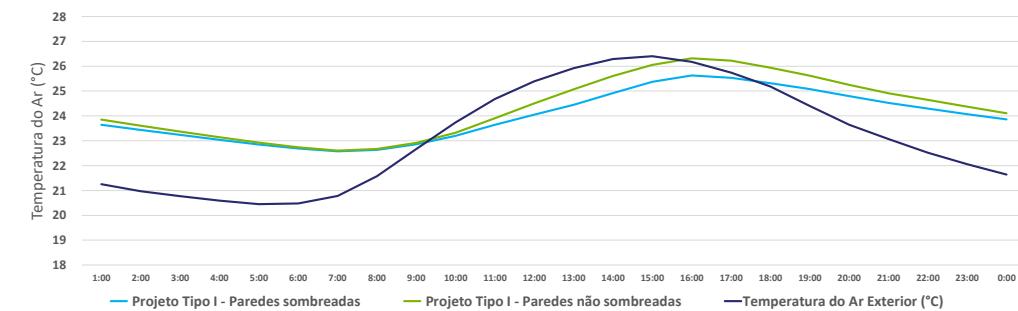
**COMPARATIVO DE SOMBREAMENTO - VERÃO**  
TIPO I - DORM 2



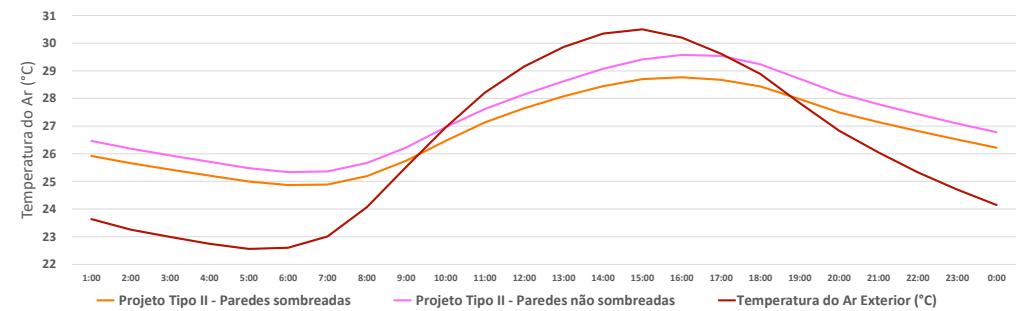
**COMPARATIVO DE SOMBREAMENTO - INVERNO**  
TIPO II - ESTAR



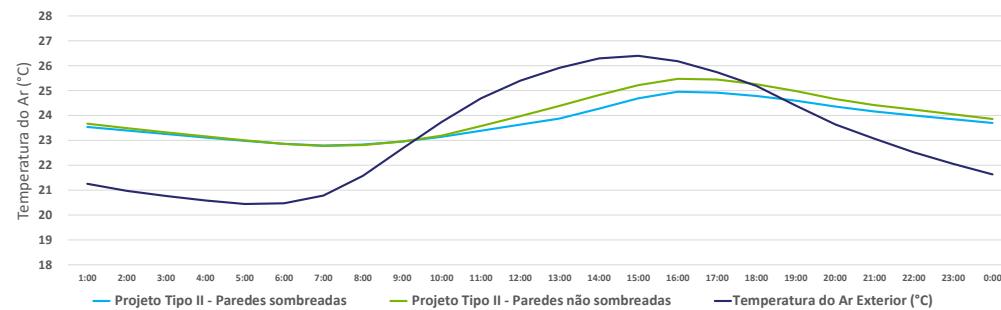
**COMPARATIVO DE SOMBREAMENTO - INVERNO**  
TIPO I - DORM 2



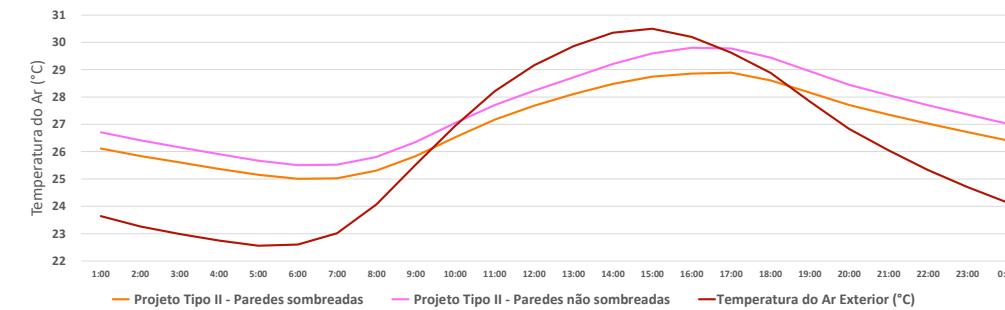
**COMPARATIVO DE SOMBREAMENTO - VERÃO**  
TIPO II - DORM 1



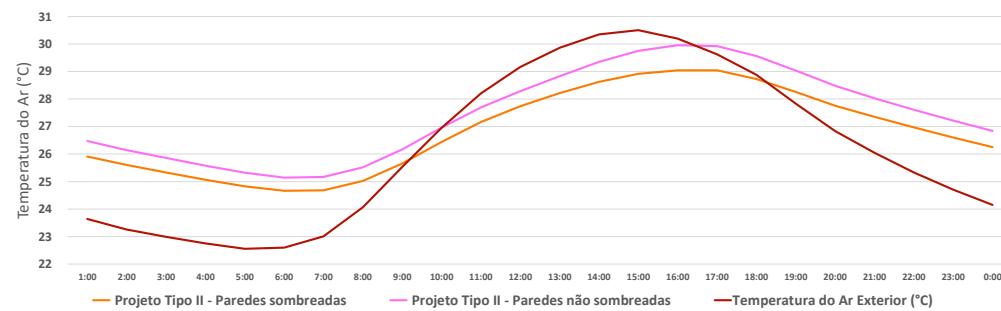
**COMPARATIVO DE SOMBREAMENTO - INVERNO**  
TIPO II - DORM 1



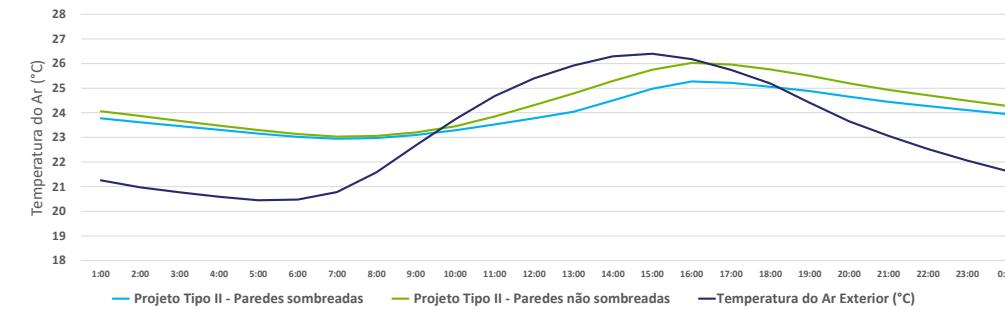
**COMPARATIVO DE SOMBREAMENTO - VERÃO**  
TIPO II - DORM 3



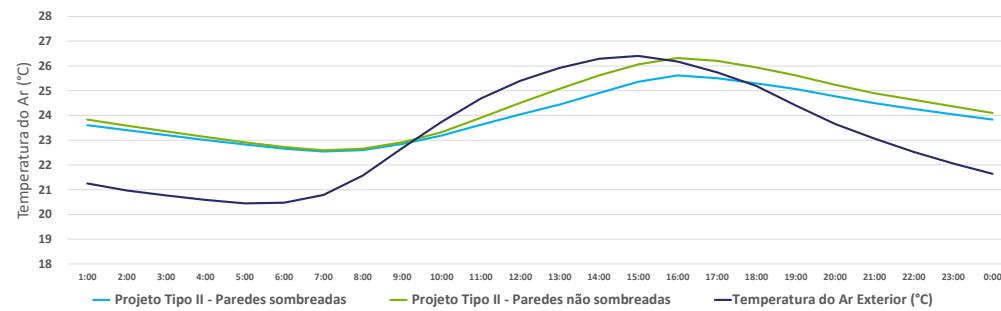
**COMPARATIVO DE SOMBREAMENTO - VERÃO**  
TIPO II - DORM 2



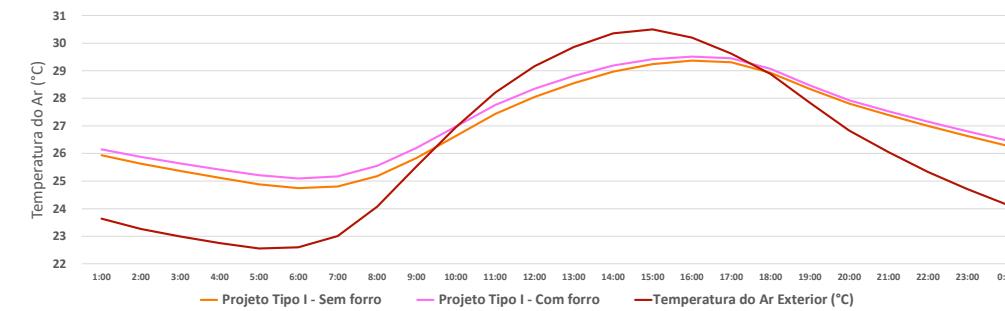
**COMPARATIVO DE SOMBREAMENTO - INVERNO**  
TIPO II - DORM 3



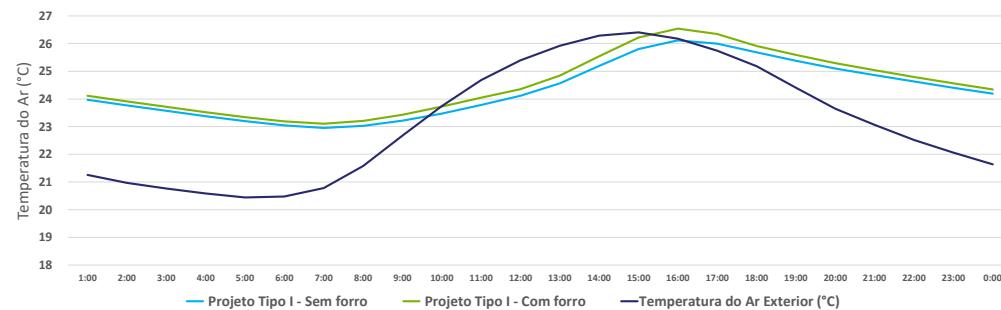
**COMPARATIVO DE SOMBREAMENTO - INVERNO**  
TIPO II - DORM 2



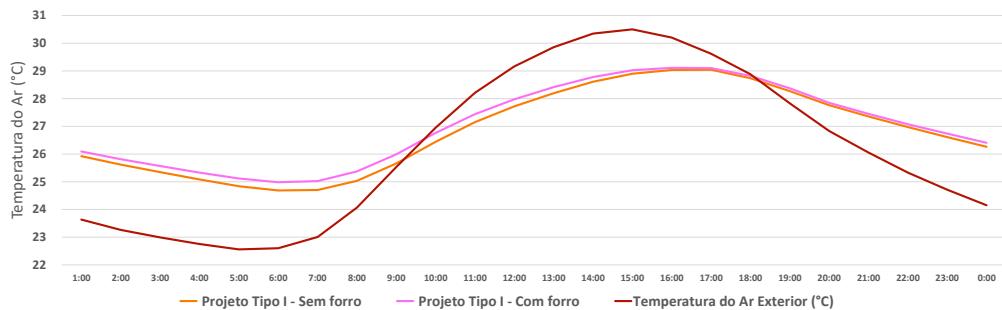
**COMPARATIVO DE FORRO - VERÃO**  
TIPO I - ESTAR



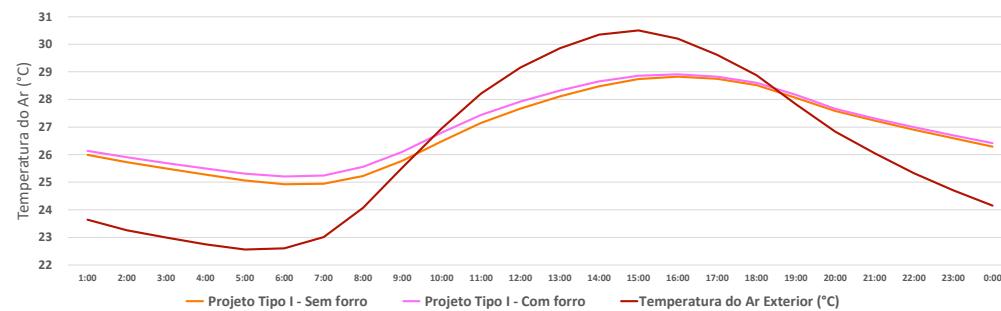
**COMPARATIVO DE FORRO - INVERNO**  
TIPO I - ESTAR



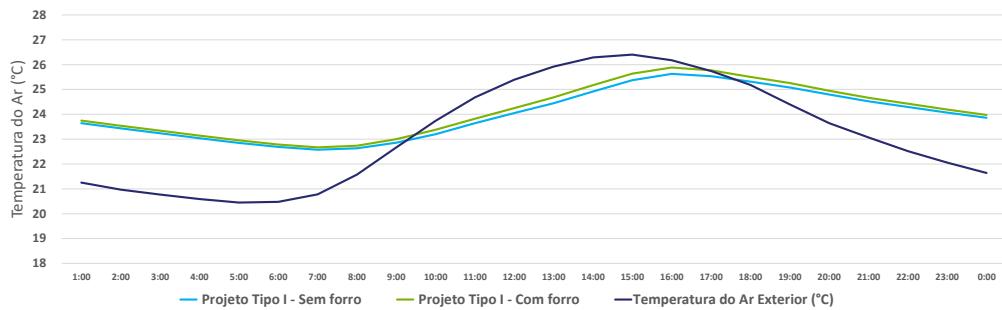
**COMPARATIVO DE SOMBREAMENTO - VERÃO**  
TIPO I - DORM 2



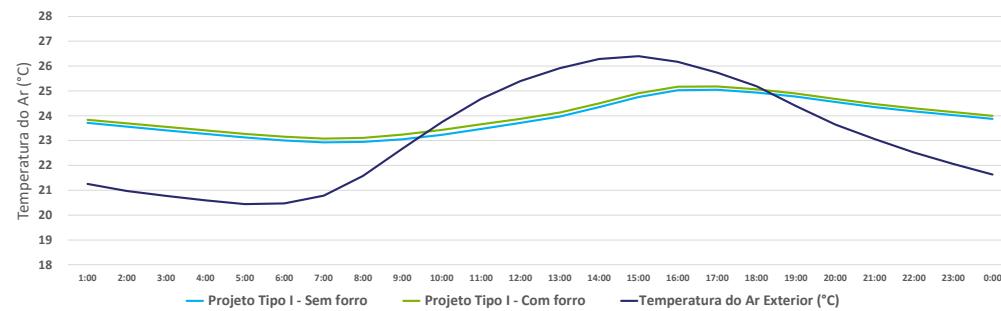
**COMPARATIVO DE FORRO - VERÃO**  
TIPO I - DORM 1



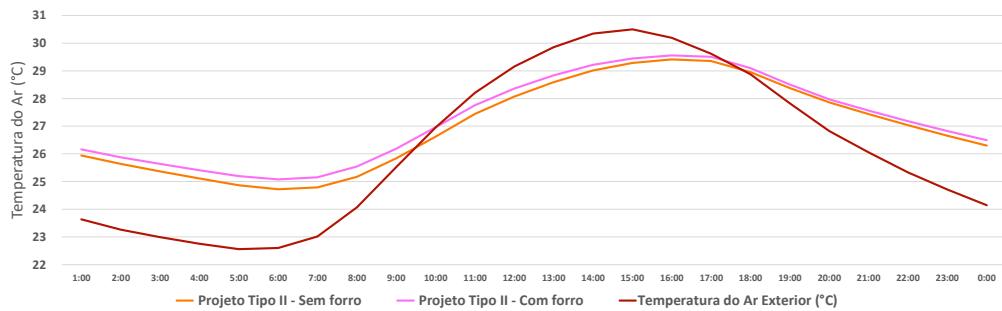
**COMPARATIVO DE SOMBREAMENTO - INVERNO**  
TIPO I - DORM 2



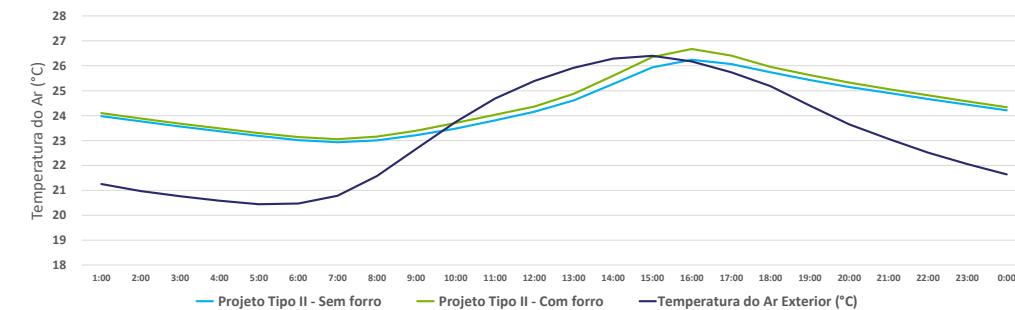
**COMPARATIVO DE SOMBREAMENTO - INVERNO**  
TIPO I - DORM 1



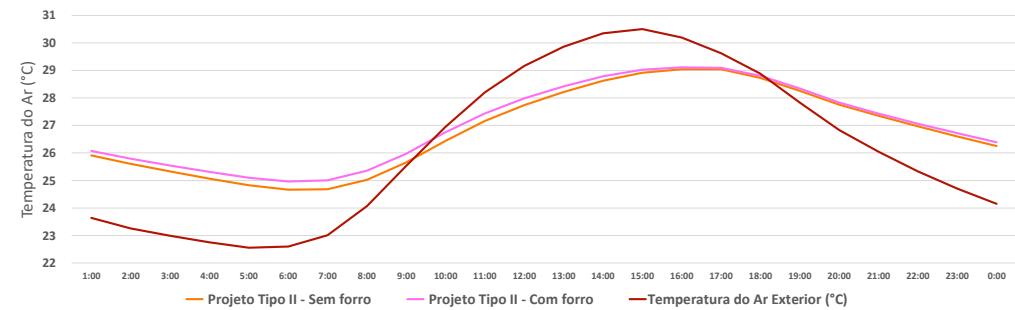
**COMPARATIVO DE FORRO - VERÃO**  
TIPO II - ESTAR



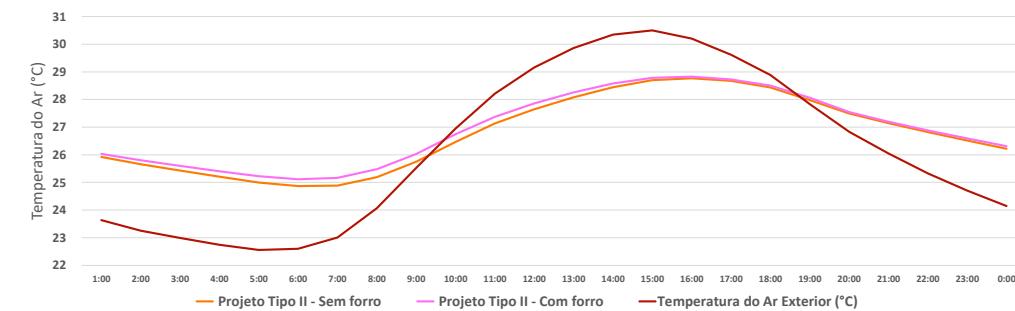
**COMPARATIVO DE FORRO - INVERNO**  
TIPO II - ESTAR



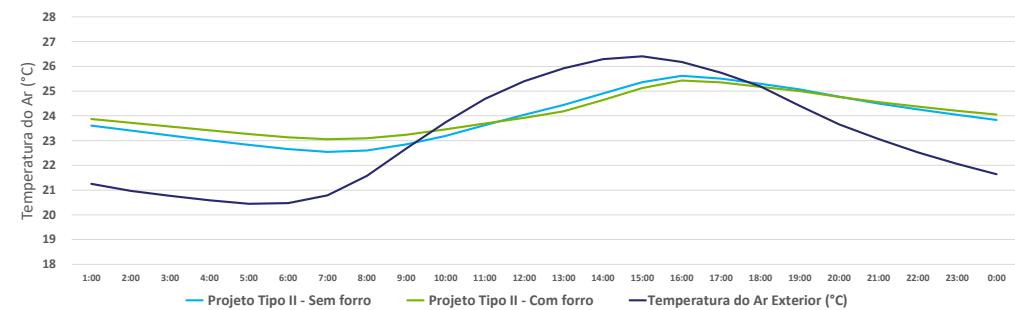
**COMPARATIVO DE FORRO - VERÃO**  
TIPO II - DORM 2



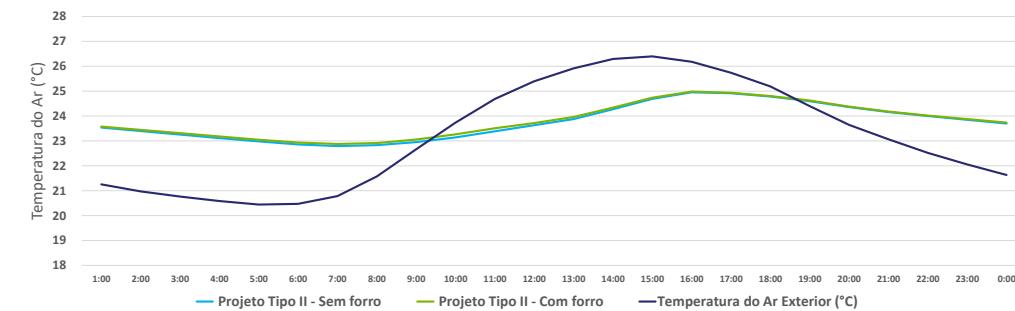
**COMPARATIVO DE FORRO - VERÃO**  
TIPO II - DORM 1



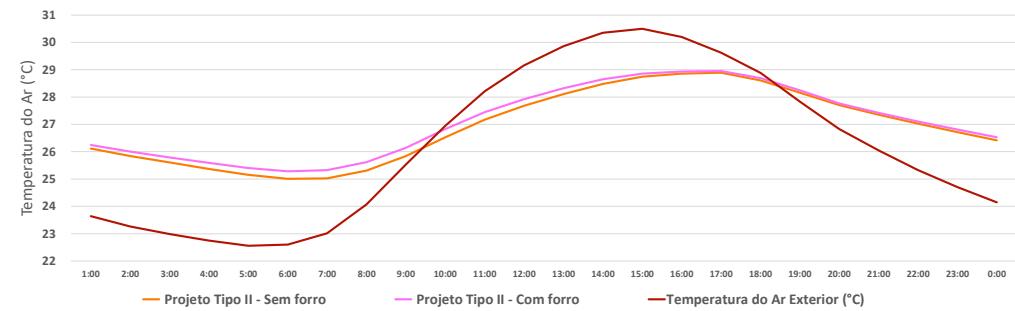
**COMPARATIVO DE FORRO - INVERNO**  
TIPO II - DORM 2



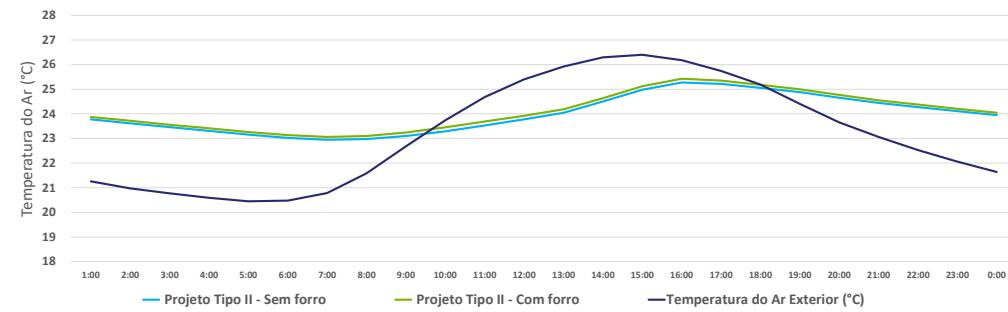
**COMPARATIVO DE FORRO - INVERNO**  
TIPO II - DORM 1



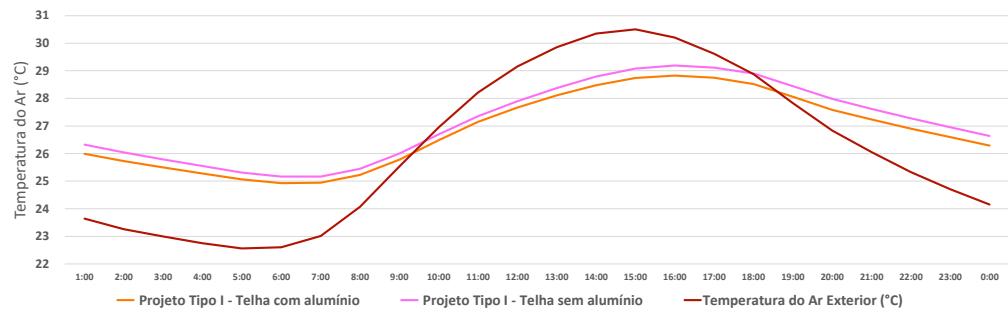
**COMPARATIVO DE FORRO - VERÃO**  
TIPO II - DORM 3



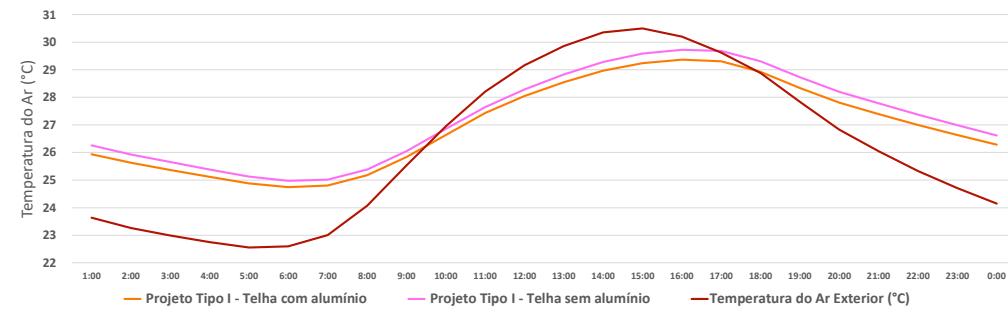
**COMPARATIVO DE FORRO - INVERNO**  
TIPO II - DORM 3



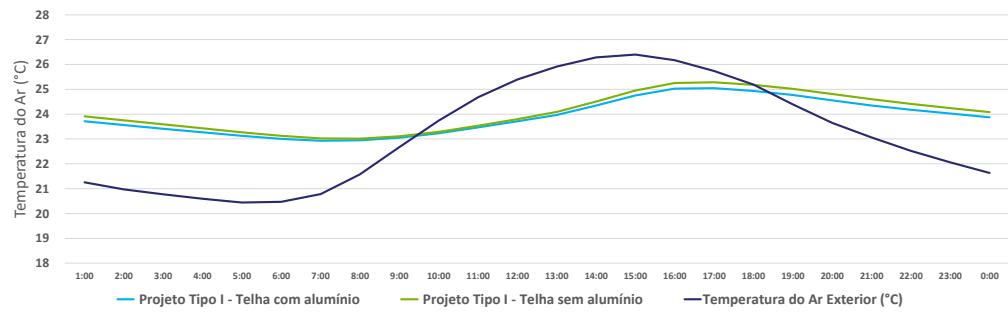
**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - VERÃO**  
TIPO I - DORM 1



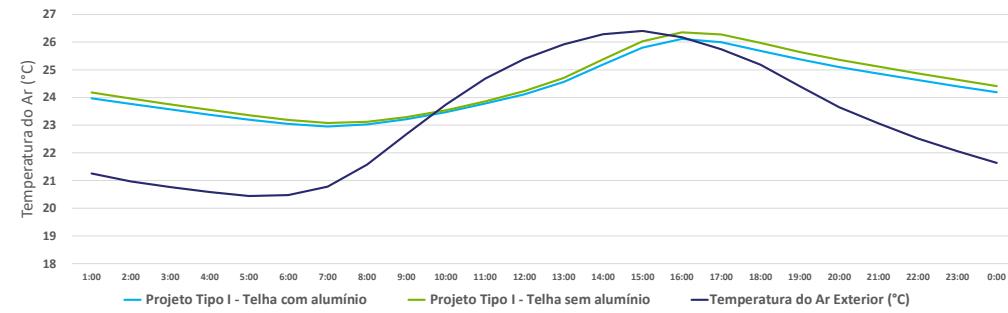
**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - VERÃO**  
TIPO I - ESTAR



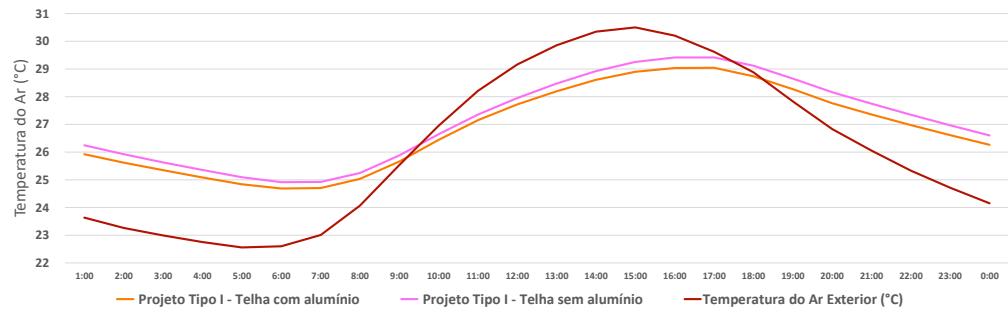
**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - INVERNO**  
TIPO I - DORM 1



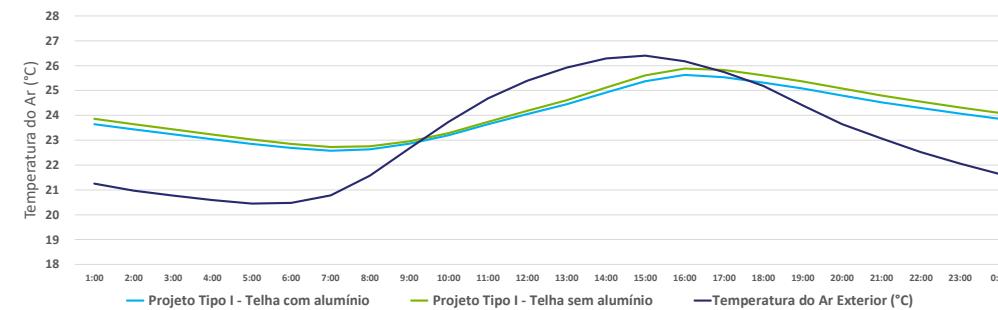
**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO- INVERNO**  
TIPO I - ESTAR



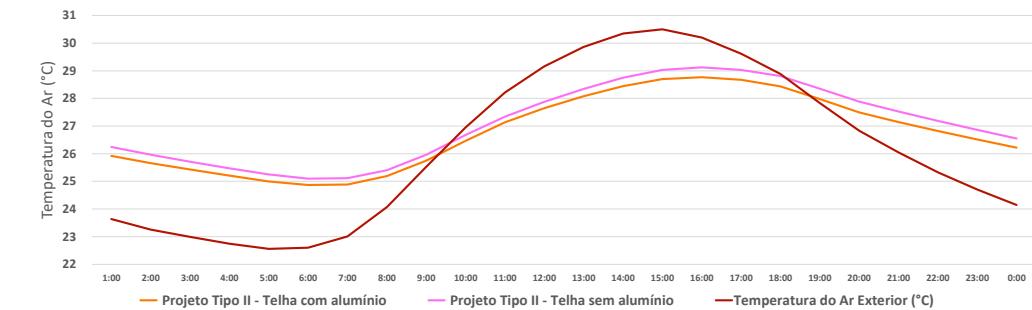
**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - VERÃO**  
TIPO I - DORM 2



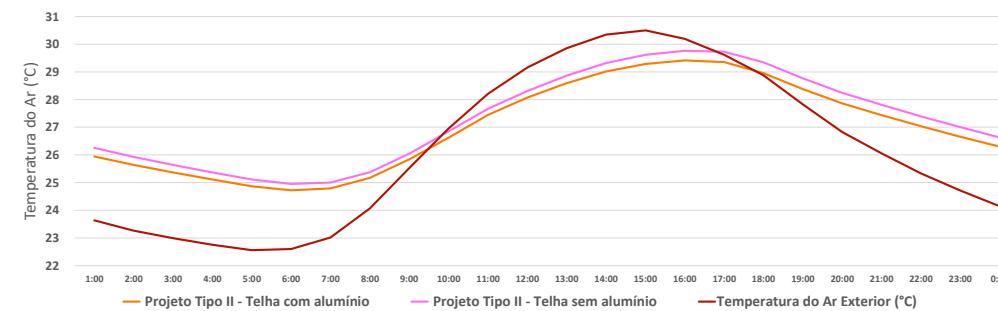
**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - INVERNO**  
TIPO I - DORM 2



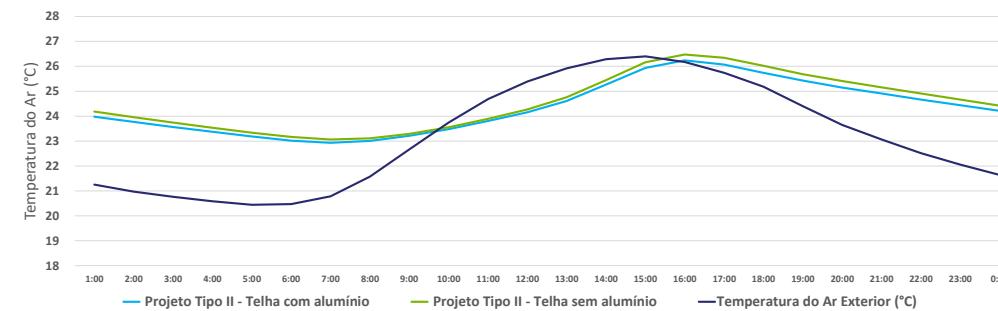
**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - VERÃO**  
TIPO II - DORM 1



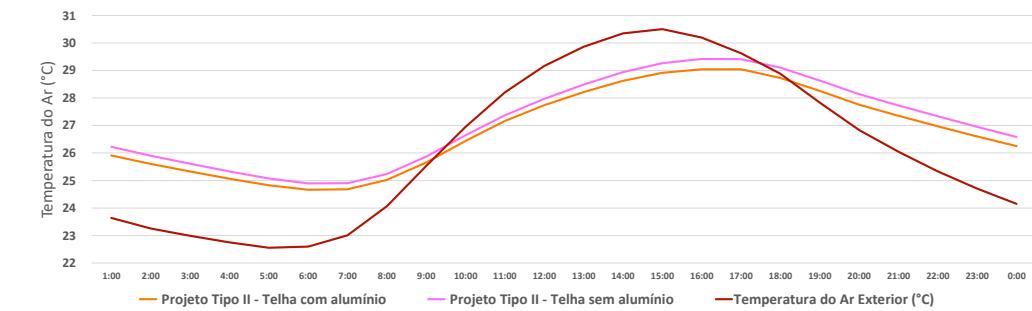
**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - VERÃO**  
TIPO II - ESTAR



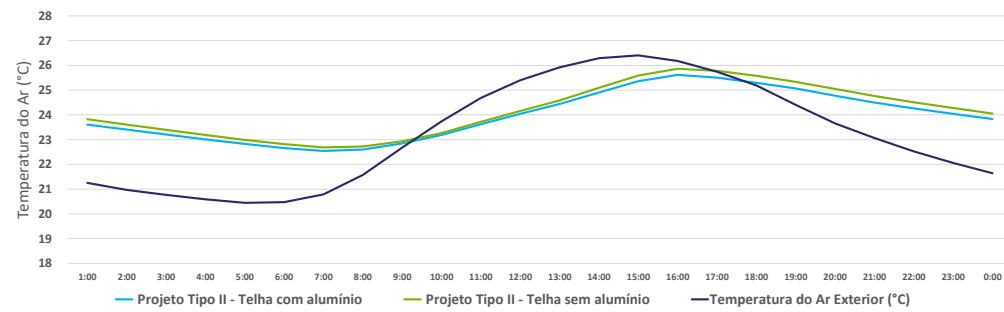
**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - INVERNO**  
TIPO II - ESTAR



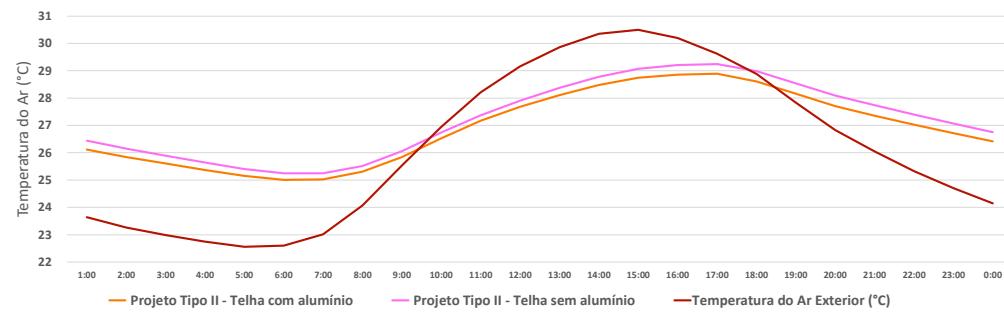
**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - VERÃO**  
TIPO II - DORM 2



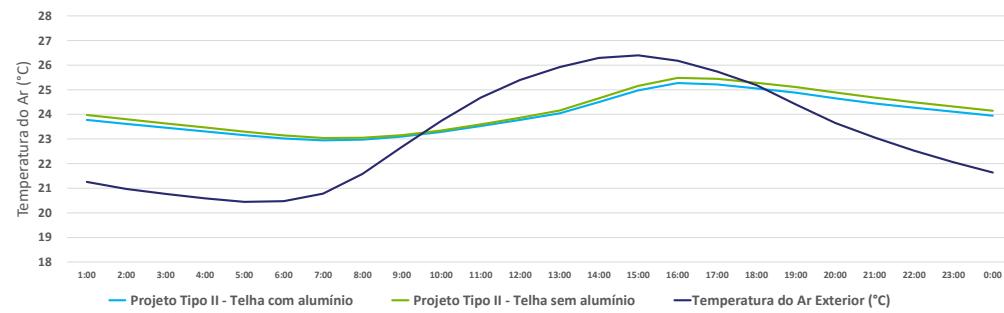
**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - INVERNO**  
TIPO II - DORM 2



**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - VERÃO**  
TIPO II - DORM 3



**COMPARATIVO DE ALUMÍNIO - INVERNO**  
TIPO II - DORM 3



Especificação de materiais utilizados nas simulações:

Material	Espessura - m	Conduvidade - W/m.k	Densidade - kg/m³	Calor específico - J/kg.K	Absortância solar
Laje de concreto armado	0,10	1,75	2400	1000	0,7
Argamassa	0,25	1,15	1950	1000	0,5
Argamassa + pintura clara	0,3	1,15	1950	1000	0,3
Argamassa + pintura escura	0,3	1,15	1950	1000	0,7
Gesso projetado	0,005	0,35	875	840	0,2
Forro de gesso	0,02	0,35	875	840	0,2
Telha cerâmica	0,014	1	2000	800	0,5

Material	Resistência Térmica - m².K/W
Bloco de concreto (9x19x39)	0,12
Bloco de concreto (14x19x39)	0,12
Camada de ar	0,18

Referências das bases de materiais utilizados: FROTA, A. & SCHIFFER, S.. **Manual de Conforto Térmico**. São Paulo: Nobel, 2007.

Habitabilidade em Projetos de Interesse Social:

Estratégias para Conforto Térmico