

ENSUS 2019 - VII ENCONTRO DE SUSTENTABILIDADE EM PROJETO - Atribuição CC4 Internacional.  
<https://doi.org/10.29183/2596-237x>. Fonte:  
<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/243406>. Acesso em: 22 ago. 2023.

#### Referência

ZINA, Carolina Mendonça *et al.* Estudo de estratégias de sombreamento em habitações de interesse social localizadas na Zona Bioclimática. In: ENCONTRO DE SUSTENTABILIDADE EM PROJETO, 7., 2019, Florianópolis. **Anais** [...]. Florianópolis: Universidade do Sul de Santa Catarina, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/244820>.

## **Estudo de estratégias de sombreamento em habitações de interesse social localizadas na Zona Bioclimática 7**

### *Study of shading strategies in social housing located in Bioclimatic Zone 7*

**Carolina Mendonça Zina, Mestranda, PPG-FAU/UnB.**

carolinamzina@gmail.com

**Luciane Cleonice Durante, Doutora, UFMT.**

luciane.durante@hotmail.com

**Karyna de Andrade Carvalho Rosseti, Doutora, UFMT**

karyna.rosseti@gmail.com

**Raquel Naves Blumenschein, Doutora, UnB**

raqulblum@terra.com.br

### **Resumo**

Em virtude do elevado déficit habitacional, a qualidade das construções tem sido pouco considerada nas políticas públicas brasileiras que abordam o tema, uma vez que a padronização dos projetos promove incipiente adequação aos climas dos locais em que as moradias se inserem. Esse estudo tem como objetivo principal elaborar propostas que possibilitem melhorias da qualidade ambiental interna das habitações de interesse social, localizadas na ZB 7, tomando-se como base a estratégia do sombreamento. Foi adotado como objeto de estudo um projeto padrão construído na cidade de Cuiabá-MT, a metodologia consistiu em simulação computacional para computar as horas anuais de sombreamento proporcionadas pelas soluções propostas. Os resultados evidenciaram que a orientação que melhor respondeu às alternativas propostas foi a Norte. Além disso, ficou claro que cada projeto é único e merece estudos aprofundados em relação ao clima local.

**Palavras-chave:** Conforto térmico; Simulação; Projetos

### **Abstract**

*Due to the high housing deficit, the quality of the buildings has been little considered in the Brazilian public policies that approach the theme, since the standardization of the projects promotes incipient adaptation to the local climates in which the housings are located. This study has as main objective to formulate proposals that allows possible improvements of the internal environmental quality of the social housing, located in ZB 7, taking as basis the shading strategy. One standard project, located in Cuiabá-MT, was taken as a subject of the study, the methodology consisted in computational simulation to calculate the proportional shading annual hours in each solution proposed. The results showed that the orientation that best answered the proposed alternatives was to the North. Besides That, it was clear that each project is unique and deserves in-depth studies of the local climate.*

**Keywords:** Thermal comfort; Simulation; Projects

## 1. Introdução

A criação do Programa Habitacional Minha Casa Minha Vida possibilitou a construção milhares de casas, para a população de baixa renda, em todo o território brasileiro. Com a necessidade de reduzir o déficit quantitativo habitacional, a qualidade dessas habitações foi, muitas vezes, deixada de lado.

São construídas casas idênticas em todo o país, sem preocupação com o clima local e a insolação direta nas fachadas. Diante disso, fica evidente que estudos da orientação solar são incipientes no processo de concepção da habitação e do plano urbanístico.

No entanto, existem recomendações projetuais estabelecidas na norma brasileira NBR 15220 (ABNT, 2005), que apresenta as oito Zonas Bioclimáticas do Brasil e, para cada uma delas, as diretrizes construtivas e estratégias de condicionamento térmico passivo, tendo como suporte os parâmetros de conforto já estabelecidos. Também trata do tema conforto térmico, a NBR 15575 (ABNT, 2013), que traduz os requisitos dos usuários em critérios de desempenho para os sistemas construtivos.

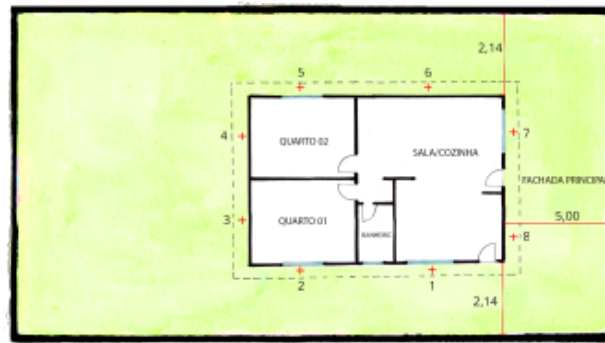
Diversos estudos já foram desenvolvidos a respeito da adequação climática dos projetos de interesse social, sendo aqui citados Kruger e Lamberts (2000), Sanches e Durante (2005), Leão (2006), Spannenberg (2006), Carvalho (2012), Rios (2015). Esses trabalhos abordam a falta de qualidade nas construções das habitações de interesse social, apresentam um estudo de caso, realizam simulações e por fim são propostas soluções que possibilitam melhoria da qualidade interna da habitação. Outros estudos tais como Kuhn (2006), Carvalho e Sposto (2012), Blumenschein, Peixoto e Guinancio (2015) tratam da metodologia de avaliação desses projetos. Com isso, é possível avaliar a qualidade das habitações a fim de promover o conhecimento sobre o tema, já que as construções também são financiadas com dinheiro público. Também é relevante citar o estudo desenvolvido por Souza, Soares e Alves (2018) em que são realizadas simulações computacionais a fim de propor adequações ao sistema de pontuações dos dispositivos de sombreamento do RTQ-R.

Dessa forma, todos os estudos acima contribuem para buscar melhores soluções que se adequem às necessidades dos ocupantes e diante desse contexto, esse artigo tem como objetivo elaborar propostas que possibilitem melhorias do conforto térmico no interior das habitações de interesse social, localizadas na Zona Bioclimática 7, tomando-se por base a estratégia do sombreamento.

## 2. Procedimentos metodológicos

### 2.1 Definição do objeto de estudo e caracterização do clima local

O objeto de estudo é uma habitação de interesse social, composta por sala e cozinha conjugadas, dois quartos e um banheiro, localizada na cidade de Cuiabá, Mato Grosso. Essa habitação foi implantada de forma não geminada no lote e sem arborização próxima (Figura 1).



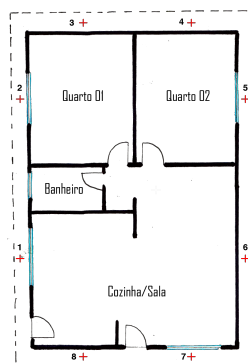
**Figura 1: Habitação de Interesse Social. Fonte: elaborado pelos autores.**

A edificação foi implantada na cidade de Cuiabá, localizada na Zona Bioclimática 7, conforme NBR 15220 (ABNT, 2005), cujas diretrizes passivas de adequação bioclimática incluem o sombreamento das aberturas. Zina, Rosseti e Durante (2017) analisaram o mesmo projeto e observaram que interferências relacionadas ao sombreamento das aberturas e paredes proporcionaram temperaturas internas menores.

## 2.2 Caminho metodológico

Utilizou-se o software Ecotect Analysis (Autodesk, 2011) para o estudo da aplicação da estratégia de sombreamento. Diferentemente de outras ferramentas de análise, o Ecotect possui a funcionalidade de realizar análises logo nos primeiros estágios do projeto, podendo verificar o sombreamento do entorno no terreno e o sombreamento do próprio edifício a ser construído.

A aplicação da estratégia de sombreamento se deu considerando a análise das cartas solares do projeto original e nas situações de intervenção, a saber: aumento do beiral, paredes de proteção com 2,50m de altura, vegetação com um metro e meio de altura mais próxima das paredes e árvores com três metros e meio de altura e três metros de raio. Para tanto foram definidos dois pontos de estudo em cada parede externa (Figura 2) a dez centímetros de distância da mesma e a um metro de altura, totalizando oito pontos, elaborando-se a carta solar e a máscara de sombra em cada um deles em quatro situações de implantação: fachada principal orientada a Norte, Sul, Leste e Oeste.



**Figura 2: Localização dos pontos. Fonte: elaborado pelos autores.**

Nas quatro orientações foram analisados os oito pontos, comparando o sombreamento em cada um deles, na situação do projeto original e na situação com as soluções integrando

o sombreamento. A análise foi expressa em termos de quantidade de horas anuais sombreadas, computadas a partir da carta solar.

Para a habitação com a fachada principal orientada a norte foi proposta a construção da parede de proteção na fachada oeste, sombreando a abertura do quarto 1; inserção da vegetação de menor porte na fachada sul, que recebe insolação no mês de junho, e na fachada oeste para proteger a sala; e vegetação de maior porte na fachada principal, proporcionando sombra no ambiente da sala (Figura 3). Desta forma, a premissa das intervenções foi de privilegiar o sombreamento no período da tarde.

Após este estudo, foi feita a simulação da incidência solar com a fachada principal voltada para o sul. Na proposta, verificou-se a necessidade da construção de duas paredes de proteção, uma ao norte e uma a oeste, para sombrear os quartos. Além disso, também foi necessária a inserção de duas árvores de grande porte para sombrear a fachada sul e oeste (Figura 4).

Em seguida, foi realizada a simulação com a fachada principal voltada para o leste. Na proposta para projetos existentes foi necessária a inserção de uma parede de proteção na fachada oeste a um metro de distância da parede externa da casa, para sombrear os quartos no período da tarde. Com esta mesma finalidade, foram inseridas vegetação de um metro e meio de altura próxima à parede do quarto 1 (fachada sul) e vegetação de maior porte (duas árvores) na fachada oeste próxima ao quarto 2. Além disso, também foi colocada vegetação de grande porte (uma árvore) na fachada principal (leste) para sombrear a sala (Figura 5).

A última tipologia a ser simulada foi a casa com a fachada principal voltada para o oeste. Foi necessária a inserção da vegetação de um metro e meio de altura próxima às paredes voltadas para o sul e oeste, e vegetação de grande porte (duas árvores) na fachada oeste. Além da parede de proteção que foi necessária na fachada norte para proteger o quarto 1 (Figura 6).



Figura 3: Casa Norte

Figura 4: Casa Sul

Figura 5: Casa Leste

Figura 6: Casa Oeste

Fonte: elaborado pelos autores.

O objetivo foi sempre que possível proteger a casa da insolação direta do período da tarde, visto que neste período a temperatura do ar é a mais elevada do dia e a insolação direta contribui para o aumento maior da temperatura interna da casa.

Para leitura das cartas solares e verificar as estratégias que proporcionam sombreamento foi elaborada a legenda da Figura 7.






Legenda:	
	Casa
	Parede de Proteção
	Muros
	Vegetação
	Cobertura

Figura 7 – Legenda das cartas solares. Fonte: elaborada pelos autores.

### 3. Resultados

#### 3.1 Habitação com a fachada principal voltada para Norte

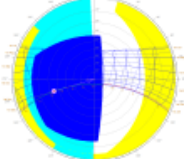
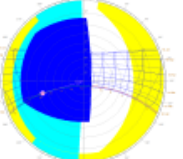
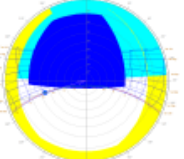
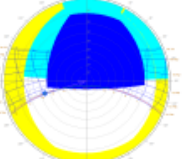
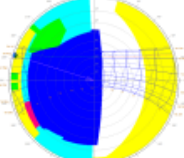
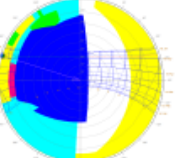
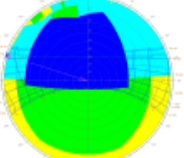
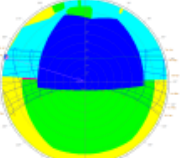
No Ponto 1, não foi notada diferença entre o projeto original na porcentagem de horas de sombreamento, pois o projeto original já sombreava no período da tarde (Quadro 1). O Ponto 1 manteve 77,5% das horas anuais sombreadas, tato no projeto original quanto na situação de intervenção. Além disso, pelo fato do ponto 1 ser a área de serviço, não foi feito o sombreamento no período da manhã para que a insolação direta pudesse tanto secar as roupas quanto tirar a umidade do local. Isto também afetou diretamente no ponto 2, que também não teve sombreamento no período da manhã, porém não é negativo, por se tratar de horários em que o ambiente não estaria ocupado.

Os pontos 3 e 4, localizados na fachada sul, representam os quartos 1 e 2. Foi observado que a vegetação de menor porte colocada próxima à parede para sombrear no período da tarde, também proporcionou sombreamento no período da manhã. Isto fez com que a fachada sul fosse sombreada durante o ano todo. Dessa forma, nos pontos 3 e 4 houve um aumento das horas anuais de sombreamento, de 85,71% das horas do original para 100% na situação de intervenção (Quadro 1).

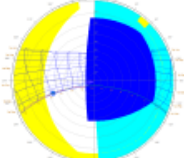
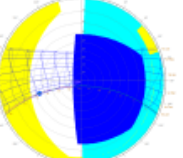
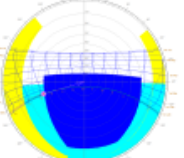
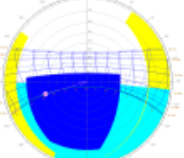
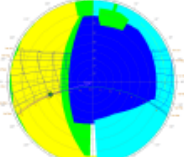
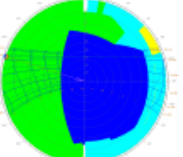
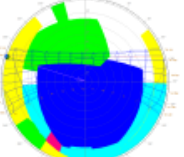
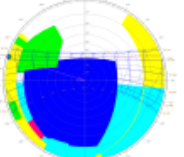
Os pontos 5 e 6, localizados na fachada leste, representam o quarto 2 e a sala, respectivamente. Ambos estão sombreados no período da manhã no projeto padrão (Quadro 2). Para sombrear no período da tarde o modelo de projeto existente, foi inserida a parede de proteção, a um metro de distância da parede externa do quarto 2, e vegetação de menor porte mais próxima do ponto 6. Assim, foi proporcionado um sombreamento em 100% das horas anuais em ambos os pontos.

Os pontos 7 e 8, localizados na fachada norte, representam a sala e a cozinha, respetivamente. No projeto original, estes pontos estão em boa parte do ano recebendo insolação direta. Com a inserção da vegetação e o aumento do beiral, as horas de sombreamento aumentaram de 57,5% para 87,14% das horas anuais sombreadas no ponto 7 e de 57,5% para 87,42% no ponto 8 (Quadro 2).

Mesmo com esse aumento das horas sombreadas, o ponto 7 ainda apresenta horários em que não há sombreamento, porém é um período (8:30-09:00 e 16:00-17:30) em que não há grande permanência na sala. Mesmo com as interferências para ponto 8, não foi possível sombreá-lo durante o ano todo nos horários em que este ambiente possivelmente seria utilizado (11:00-14:00) (Quadro 2).

Pontos	1	2	3	4
Projeto original	 77,50% das horas anuais sombreadas	 77,50% das horas anuais sombreadas	 85,71% das horas anuais sombreadas	 85,71% das horas anuais sombreadas
Projeto com interferências	 77,50% das horas anuais sombreadas	 77,50% das horas anuais sombreadas	 100% das horas anuais sombreadas	 100% das horas anuais sombreadas

**Quadro 1: Sombreamento nos pontos de estudo na situação de projeto original e com intervenções, considerando a fachada principal orientada para Norte. Fonte: elaborado pelos autores.**

Pontos	5	6	7	8
Projeto original	 77,50% das horas anuais sombreadas	 77,50 % das horas anuais sombreadas	 57,50% das horas anuais sombreadas	 57,50% das horas anuais sombreadas
Projeto com interferências	 100% das horas anuais sombreadas	 100% das horas anuais sombreadas	 87,14% das horas anuais sombreadas	 87,43% das horas anuais sombreadas

**Quadro 2: Sombreamento nos pontos de estudo na situação de projeto original e com intervenções, considerando a fachada principal orientada para Norte. Fonte: elaborado pelos autores.**

### 3.2 Habitação com a fachada principal voltada para Sul

O ponto 1 se encontra na área de serviço da casa, na fachada oeste. É perceptível que, com o aumento do beiral, essa fachada permaneceu sombreada por um período maior durante a tarde. Porém, ainda restaram algumas horas no meio tarde em que esta área não está sombreada, pois a insolação direta ajuda a secar as roupas e a diminuir a umidade do local. Sendo que no projeto original 80% das horas anuais estavam sombreadas, com as alterações esse percentual aumentou para 86,43% (Quadro 3).

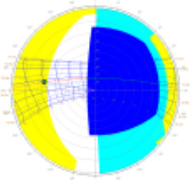
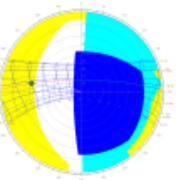
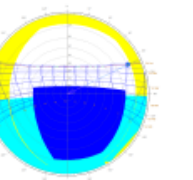
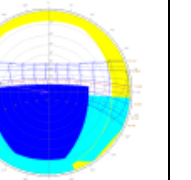
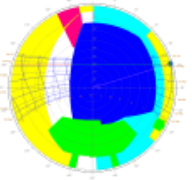
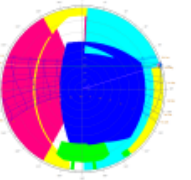
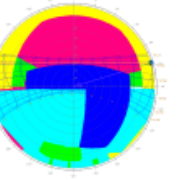
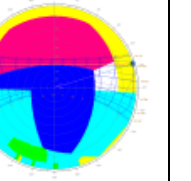
Assim, para que houvesse sombreamento no ponto 2, que representa o quarto 1, durante período da tarde, foi necessária a inserção de uma parede de proteção, aumentando as horas anuais sombreadas para 100%, visto que anteriormente estava 80% das horas sombreadas (Quadro 3).

Os pontos 3 e 4 estão localizados na fachada norte, onde estão os quartos. Dessa forma, foi necessária a inserção de uma parede de proteção a um metro de distância da parede externa da casa. Além disso, foi necessária também a utilização da vegetação de um metro e meio de altura próxima à parede, para que em conjunto proporcionassem sombreamento durante o período de inverno (mês de junho). Com essas alterações a porcentagem de horas anuais sombreadas aumentaram de 57,14% para 99,71% no ponto 3. Já no ponto 4 esse aumento foi de 57,14% para 92,14% (Quadro 3).

Mesmo com as interferências, o ponto 4, ficou sem proteção em alguns meses durante o período da manhã (Quadro 3). Contudo, por ser este período em que a temperatura do ar não está tão elevada, não foi relevante sombrear nesses horários.

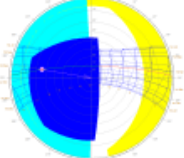
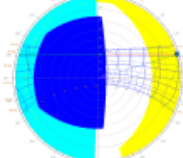
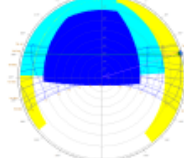
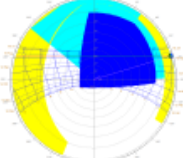
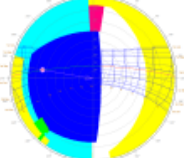
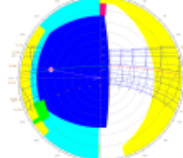
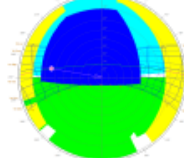
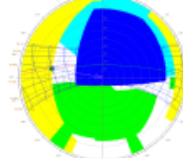
Os pontos 5 e 6, que estão localizados na fachada leste, representam o quarto 2 e a sala, respectivamente. Ambos apresentaram o mesmo comportamento, não tendo sombreamento pelas alterações. Contudo, este período de insolação corresponde com a faixa horária que os ambientes não estão ocupados, e que a temperatura do ar não está elevada. Com isso, a porcentagem de horas anuais sombreadas permaneceu em 76,43% (Quadro 4).

Os pontos 7 e 8, que estão localizados na fachada principal, representam a sala e a cozinha, respectivamente. Mesmo com as interferências, os dois pontos não estão 100% das horas sombreadas, por conta da inclinação do sol. Porém, os períodos que não estão sombreados não coincidem com horários em que os ambientes estarão ocupados. Além disso, o período de insolação direta é curto. Sendo assim, não há problema. Com as interferências, houve um aumento da porcentagem de horas sombreadas de 86,07% para 98,71% no ponto 7. Já no ponto 8 esse aumento foi de 83,21% para 83,86% (Quadro 4).

Pontos	1	2	3	4
Projeto original	 80% das horas anuais sombreadas	 80% das horas anuais sombreadas	 57,14% das horas anuais sombreadas	 57,14% das horas anuais sombreadas
Projeto com interferências	 86,43% das horas anuais sombreadas	 100% das horas anuais sombreadas	 99,71% das horas anuais sombreadas	 92,14% das horas anuais sombreadas

**Quadro 3: Sombreamento nos pontos de estudo na situação de projeto original e com intervenções, considerando a fachada principal orientada para Sul. Fonte: elaborado pelos autores.**



Pontos	5	6	7	8
Projeto original	 76,43% das horas anuais sombreadas	 76,43% das horas anuais sombreadas	 86,07% das horas anuais sombreadas	 83,21% das horas anuais sombreadas
Projeto com interferências	 76,43% das horas anuais sombreadas	 76,43% das horas anuais sombreadas	 98,71% das horas anuais sombreadas	 83,86% das horas anuais sombreadas

**Quadro 4: Sombreamento nos pontos de estudo na situação de projeto original e com intervenções, considerando a fachada principal orientada para Sul. Fonte: elaborado pelos autores.**

### 3.3 Habitação com a fachada principal voltada para Leste

Os pontos 1 e 2 estão localizados na fachada sul. O primeiro representa a localização da área de serviço, e por isso nenhuma interferência direta para este ponto foi proposta. Contudo, a vegetação localizada mais próxima do ponto 2 sombreou o ponto 1 mais no final da tarde nos meses de outubro e novembro. Assim, a porcentagem de horas sombreadas aumentou de 78,57% para 82,86% no ponto 1 (Quadro 5).

Já o ponto 2 necessitava de sombreamento no período da tarde por ser a fachada externa do quarto 1. Assim, tanto a vegetação nesta fachada quanto a parede localizada a oeste influenciaram neste sombreamento. Assim, a porcentagem de horas sombreadas aumentou de 79,64% para 99,79% (Quadro 5).

Assim como para o ponto anteriormente citado, os pontos 3 e 4 precisavam estar sombreados no período da tarde por estarem nas paredes externas dos quartos 1 e 2, respectivamente. Além disso, já estavam sombreados durante todo o período da manhã no projeto padrão. As estratégias proporcionaram um aumento da porcentagem de horas de sombreamento 64,29% para 100% no ponto 3. No ponto 4 a porcentagem aumentou de 79,64% para 99,79% (Quadro 5).

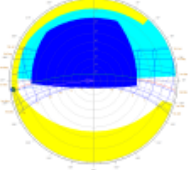
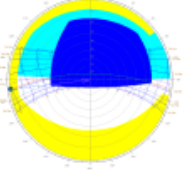
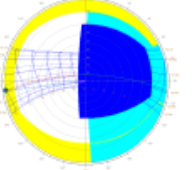
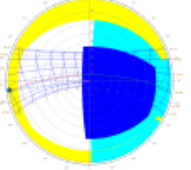
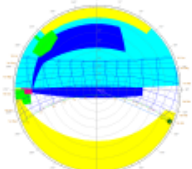
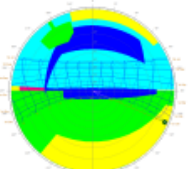
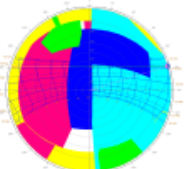
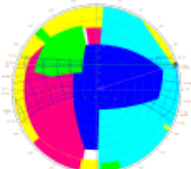
Dessa forma, a parede de proteção proporcionou o sombreamento desejado. Além disso, a árvore de grande porte gerou sombra no ponto 4 durante o período da tarde.

Os pontos 5 e 6 estão localizados na fachada norte, onde estão o quarto 2 e a sala, respectivamente. Dessa forma, a parede de proteção tem maior influência e por estar mais perto do quarto 2 o sombreamento no ponto 5 é maior do que no ponto 6. Contudo, gera o sombreamento necessário no período da tarde, inclusive no ponto 6. Assim, a porcentagem de horas de sombreamento aumentou de 50% para 98,32% no ponto 5, já no ponto 6 esse aumento foi de 50% para 92,96% (Quadro 6).

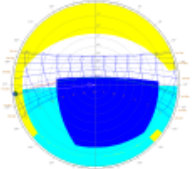
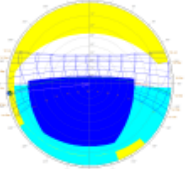
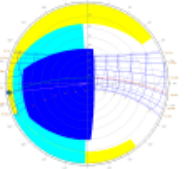
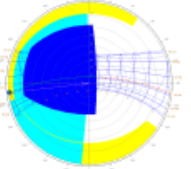
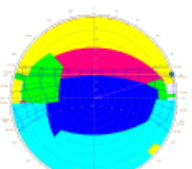
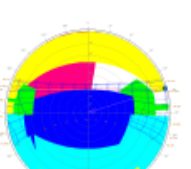
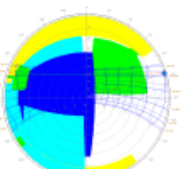
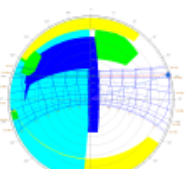
Os pontos 7 e 8 estão localizados na fachada principal da casa. No projeto padrão, ambos os pontos estavam sombreados no período da tarde, por isso não foram feitas

interferências diretas para estes pontos. O sombreamento causado pela árvore de grande porte no ponto 7 e no ponto 8 advém da estratégia para o ponto anterior, o ponto 6.

Dessa forma, o sombreamento nestes dois pontos permaneceu praticamente o mesmo, exceto pelo sombreamento da árvore descrito anteriormente. Sendo que somente o ponto 7 aumentou a porcentagem de horas de 53,57% para 73,21% e o ponto 8 continuou com o mesmo valor de 53,57% (Quadro 6).

Pontos	1	2	3	4
Projeto original	 78,57% das horas anuais sombreadas	 79,64% das horas anuais sombreadas	 64,29% das horas anuais sombreadas	 79,64% das horas anuais sombreadas
Projeto com interferências	 82,86% das horas anuais sombreadas	 99,79% das horas anuais sombreadas	 100% das horas anuais sombreadas	 99,79% das horas anuais sombreadas

**Quadro 5: Sombreamento nos pontos de estudo na situação de projeto original e com intervenções, considerando a fachada principal orientada para Leste. Fonte: elaborado pelos autores.**

Pontos	5	6	7	8
Projeto original	 50% das horas anuais sombreadas	 50% das horas anuais sombreadas	 53,57% das horas anuais sombreadas	 53,57% das horas anuais sombreadas
Projeto com interferências	 98,32% das horas anuais sombreadas	 92,96% das horas anuais sombreadas	 73,21% das horas anuais sombreadas	 53,57% das horas anuais sombreadas

**Quadro 6: Sombreamento nos pontos de estudo na situação de projeto original e com intervenções, considerando a fachada principal orientada para Leste. Fonte: elaborado pelos autores.**

### 3.4 Habitação com a fachada principal voltada para Oeste

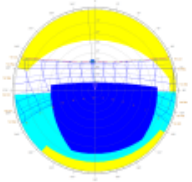
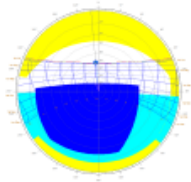
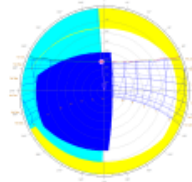
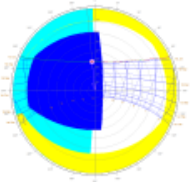
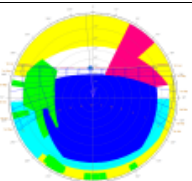
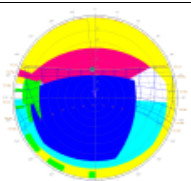
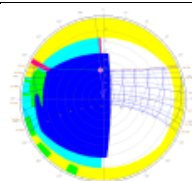
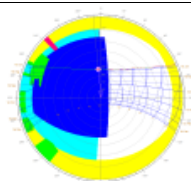
Os pontos 1 e 2 estão localizados na fachada norte. O primeiro representa a área de serviço e por isso nenhuma estratégia foi pensada diretamente para este ponto. Contudo, sofreu as interferências necessárias para o sombreamento do ponto 2, que está na parede externa do

quarto 1. Assim, foi inserida a parede de proteção para fazer o sombreamento no período da tarde no ponto 2, mas como só ela não foi eficaz, foi necessária a inserção da vegetação de grande porte na fachada principal da casa. Os dois pontos partiram de 50% das horas anuais sombreadas, no ponto 1 o aumento foi para 90% e no ponto 2 para 86,07% (Quadro 7).

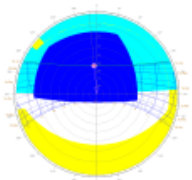
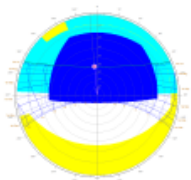
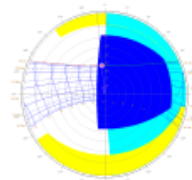
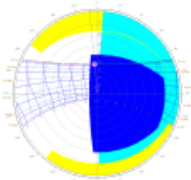
Os pontos 3 e 4 estão localizados na fachada leste e representam os quartos. Como foi observado, em ambos os pontos, que o sombreamento gerado pelo projeto padrão já estava sendo efetivo no período da tarde, não foi realizada nenhuma interferência direta para estes pontos. Dessa forma, ambos os pontos permaneceram com a mesma porcentagem de horas de sombreamento do projeto original, sendo 64,29% (Quadro 7).

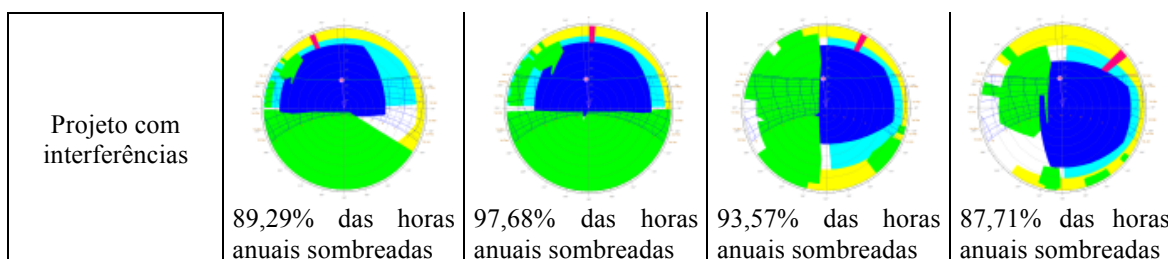
Os pontos 5 e 6 estão localizados na fachada sul, sendo o quarto 2 e a sala, respectivamente. Para que houvesse sombreamento no período da tarde, foi inserida vegetação de menor porte próxima à parede. Isto acabou gerando o sombreamento no período da manhã no ponto 6 e apenas um curto período no final da tarde sem sombreamento. Essas interferências proporcionaram um aumento na porcentagem de horas sombreadas de 80,36% para 89,29% no ponto 5. No ponto 6 esse aumento foi de 80% para 97,68% (Quadro 8).

Os pontos 7 e 8 estão localizados na fachada principal da casa, a oeste e representam a sala e a cozinha, respectivamente. Foram necessárias a inserção de duas árvores, para que proporcionasse o sombreamento nos horários de uso dos ambientes (11:00-14:00). Desta forma, a porcentagem de horas sombreadas aumentou de 53,57% para 93,57% no ponto 7, já no ponto 8 esse aumento foi maior, sendo de 53,57% para 87,71% (Quadro 8).

Pontos	1	2	3	4
Projeto original	 50% das horas anuais sombreadas	 50% das horas anuais sombreadas	 64,29% das horas anuais sombreadas	 64,29% das horas anuais sombreadas
Projeto com interferências	 90% das horas anuais sombreadas	 86,07% das horas anuais sombreadas	 64,29% das horas anuais sombreadas	 64,29% das horas anuais sombreadas

**Quadro 7: Sombreamento nos pontos de estudo na situação de projeto original e com intervenções, considerando a fachada principal orientada para Oeste. Fonte: elaborado pelos autores.**

Pontos	5	6	7	8
Projeto original	 80,36% das horas anuais sombreadas	 80% das horas anuais sombreadas	 53,57% das horas anuais sombreadas	 53,57% das horas anuais sombreadas



**Quadro 8: Sombreamento nos pontos de estudo na situação de projeto original e com intervenções, considerando a fachada principal orientada para Oeste. Fonte: elaborado pelos autores.**

#### 4. Conclusão

A orientação que melhor respondeu às interferências propostas foi a norte. Conforme apresentado na Tabela 1, os pontos 1 e 2 estão sombreados durante 77,50% das horas anuais. Já conforme a carta solar, essas horas de sombreadamento são no período da tarde, e no período da manhã a insolação direta foi necessária para tirar a umidade da cozinha e área de serviço.

Os pontos 3, 4, 5 e 6 estão com a porcentagem de horas anuais sombreadas em 100%, protegendo assim a fachada sul dos quartos 01, 02, a fachada oeste do quarto 02 e sala. Nos pontos 7 e 8 a porcentagem de horas anuais sombreadas ficou em 87,14 e 87,43%, respectivamente. Sendo assim, há ainda insolação direta, mas em poucos horários, o que não prejudica a sala nem a cozinha.

Pontos		1	2	3	4	5	6	7	8	
Orientações	Norte	Original	77,50%	77,50%	85,71%	85,71%	77,50%	77,50%	57,50%	57,50%
		Interferências	77,50%	77,50%	100%	100%	100%	100%	87,14%	87,43%
	Sul	Original	80%	80%	57,14%	57,14%	76,43%	76,43%	86,07%	83,21%
		Interferências	86,43%	100%	99,71%	92,14%	76,43%	76,43%	98,71%	83,86%
	Leste	Original	78,57%	79,64%	64,29%	79,64%	50%	50%	53,57%	53,57%
		Interferências	82,86%	99,79%	100%	99,79%	98,32%	92,96%	73,21%	53,57%
	Oeste	Original	50%	50%	64,29%	64,29%	80,36%	80%	53,57%	53,57%
		Interferências	90%	86,07%	64,29%	64,29%	89,29%	97,68%	93,57%	87,71%

**Tabela 1: Porcentagem de horas de sombreadamento anuais. Fonte: elaborado pelos autores.**

Sabe-se que o sombreadamento no período da tarde proporciona maior qualidade do que no período da manhã, devido às altas temperaturas externas durante a tarde. Portanto, é interessante proporcionar o sombreadamento nas horas do dia mais favoráveis à necessidade de conforto necessário. Fica evidente a necessidade de existirem projetos diferentes para cada orientação. Então, não deveria existir um projeto padrão sem considerar a insolação, como é feito hoje pela indústria da construção civil, movida pelas políticas habitacionais do governo. Cada habitação merece um cuidado especial para que possa servir confortavelmente ao seu usuário.

As interferências feitas nas quatro orientações foram pensadas para proporcionar conforto durante o uso de cada ambiente e que pudessem ser implementadas de forma simples pelos usuários e empreendedores. Assim, o ponto que menos obteve ganho com as estratégias permaneceu com a porcentagem de horas anuais de sombreadamento em 50% e o melhor ponto chegou a 100%.



## Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edificações habitacionais - Desempenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- BLUMENSCHNEIDER, R. N., PEIXOTO, E. R., GUINANCIO, C. **Avaliação da qualidade da habitação de interesse social: projetos urbanístico e arquitetônico e qualidade construtiva**. Brasília: UnB, FAU, 2015. Disponível em: <[https://issuu.com/lacisunb/docs/avalia\\_o\\_da\\_qualidade\\_da\\_habita\\_](https://issuu.com/lacisunb/docs/avalia_o_da_qualidade_da_habita_)>. Acesso em: 05 dez. 2018.
- CARVALHO, M. T. M., SPOSTO, R. M. Metodologia para avaliação da sustentabilidade de habitações de interesse social com foco no projeto. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 207-225, mar. 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1678-86212012000100014>>. Acesso em: 05 dez. 2018.
- CARVALHO, P. P. **Desempenho térmico de habitações unifamiliares de interesse social com paredes de concreto armado na zona bioclimática 2 brasileira**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.
- KUHN, E. A. **Avaliação da Sustentabilidade Ambiental do Protótipo de Habitação de Interesse Social** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.
- KRÜGER, E. L., LAMBERTS, R. Avaliação de Desempenho Térmico de Casas Populares. In: VIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2000, Salvador. **Anais...** Salvador, 2000.
- LEÃO, M. **Desempenho térmico em habitações populares para regiões de clima tropical – Estudo de caso em Cuiabá-MT**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2006.
- RIOS, G. A. A. **Desempenho termoenergético de habitação de interesse social**. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2015.
- SANCHES, J. C., DURANTE, L.C. Estudo comparativo de conforto térmico, lumínico e de eficiência energética para projeto residencial em Cuiabá-MT, In: Seminário Matogrossense de Habitações de Interesse Social, I, 2005, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá, 2005.
- SOUZA, R. V. G.; SOARES, C. P. S.; ALVES, T. P. Avaliação de dispositivos de sombreamento no RTQ-R do ponto de vista térmico e luminoso. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 4, p. 139-159, out. 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212018000400298>>. Acesso em: 06 mar. 2019.
- SPANNENBERG, M. G. **Análise de desempenho térmico, acústico e lumínico em habitação de interesse social: estudos de caso em Marau-RS**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.
- ZINA, C. M., ROSSETI, K. A. C., DURANTE, L. C. Diretrizes bioclimáticas para habitação de interesse social. In: V Simpósio Nacional de Gerenciamento de Cidades, 2017, Várzea Grande. **Anais...** Várzea Grande, 2017.