ANAIS
IV EURO ELECS
2021

ARTIGO

PROJETO PROINFÂNCIA: USO DE ESTRATÉGIAS COM VEGETAÇÃO PARA ADEQUAÇÕES DA TEMPERATURA AMBIENTE NA ZONA BIOCLIMÁTICA 2



KUMMER, Débora Cristiele
(arqdeborakummer@gmail.com)
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Brasil

CAS, Larissa Vasconcellos da
(larissadacas@gmail.com)
Prefeitura Municipal de Santa Maria, Brasil

SCHERER, Minéia Johann
(mineiaarq@gmail.com)
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Brasil

PALAVRAS-CHAVE:

Proinfância, Estratégias Bioclimáticas, Vegetação.

RESUMO

Desde 2007, o Governo Federal, através do Programa Proinfância, promove a construção e melhorias na infraestrutura física de creches e escolas no Brasil, visando garantir o acesso de crianças à educação. Contudo, os projetos arquitetônicos seguem padrões a serem executados em todo o território nacional, sem considerar particularidades locais, especialmente no que tange à adaptação ao clima. Sabe-se que, com o uso de estratégias bioclimáticas, é possível obter melhoras no microclima local, nas condições de desempenho térmico das edificações e da temperatura ambiente. Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar uma escola com o projeto arquitetônico padrão Tipo B, no município de Santa Maria/RS (Zona Bioclimática 2), e propor soluções para melhor adaptação ao clima, com o uso das vegetações *Wisteria floribunda* e *zoysia japonica*. A metodologia consiste em revisão bibliográfica e estudo de caso, com a avaliação das estratégias bioclimáticas recomendadas, do memorial descritivo do Projeto Proinfância Tipo B, da localização, implantação, zoneamento e aspectos de controle de temperatura incorporados, ou não, ao projeto arquitetônico e paisagístico. E a partir dos resultados obtidos avaliar melhorias e adequações da edificação em seu contexto climático aspirando melhorias na temperatura ambiente com ênfase na utilização de estratégias passivas com o uso de vegetação, bem como, a insolação e a ventilação natural. As recomendações na Zona Bioclimática 2 são: inércia térmica para aquecimento/resfriamento, ventilação natural, aquecimento solar passivo, sombreamento e resfriamento evaporativo. Para a aplicabilidade destas estratégias na edificação, propõem-se o uso de cobertura verde, cortinas verdes caducifólias ao Leste-Oeste, paisagismo com forração de grama, árvores frondosas e caducifólias e, ambientação dos solários com vegetação de pequeno porte. Dessa forma, foi possível inferir que, embora os projetos disponibilizados pelo governo sejam padronizados para todo o Brasil, é necessário que os mesmos sejam flexibilizados possibilitando, assim, fazer adaptações de baixo custo, de acordo com a zona bioclimática de inserção do mesmo.

1. INTRODUÇÃO

O Ministério da Educação, através do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE), criou o Programa Nacional de Reestruturação e Aquisição de Equipamentos para a Rede Escolar Pública de Educação Infantil (Proinfância), instituída pela Resolução nº 6, de 24 de abril de 2007 (BRASIL, 2007). Que tem como objetivo a universalização da educação infantil no Brasil, ou seja, garantir o acesso de crianças a creches e escolas por meio construção de novos projetos, assim como, aprimorar a infraestrutura física escolar já existente.

Esse programa disponibiliza projetos padrões que em parceria com as prefeituras municipais podem ser implantados em todo território nacional. Os projetos disponíveis são classificados por tipos, conforme a capacidade de atendimento de crianças e dimensões do terreno, tais como "Tipo 1", "Tipo 2", "Tipo B" e "Tipo C", sendo denominado "Tipo A" quando o projeto é elaborado pelo proponente (FNDE, 2021). Com ênfase no projeto padrão "Tipo B" o mesmo propõe uma escola infantil para creche e pré-escola no mesmo espaço físico, com capacidade para o atendimento de 224 crianças em dois turnos (matutino e vespertino) ou 112 em período integral.

De acordo com o memorial descritivo, o partido arquitetônico adotado foi baseado nas necessidades de desenvolvimento da criança, tanto no aspecto físico, psicológico, como no intelectual e social. Foi levado em consideração também a grande diversidade do país, com ênfase aos aspectos ambientais, geográficos e climáticos. Além de questões referentes à densidade demográfica, aos recursos socioeconômicos e o contexto cultural de cada região. Isso de modo a propiciar ambientes com conceitos inclusivos, aliando as características dos ambientes internos e externos (volumetria, formas, materiais, cores, texturas) com as práticas pedagógicas, culturais e sociais (FNDE, 2013).

De modo geral, nota-se que o projeto foi pensado para se adaptar a diferentes situações, porém, sabe-se que o partido arquitetônico de um projeto inclui um programa de necessidades aliado ao contexto urbano e a realidade local, bem como, as peculiaridades de cada terreno. Logo, a ideia de ter um projeto padrão para todo o país se torna ineficaz principalmente em relação ao clima em que está inserido, visto que, o Brasil possui um vasto território com acentuadas variações climáticas.

Conforme a ABNT NBR 15220-3 (2005), o Brasil pode ser dividido em oito diferentes zonas bioclimáticas onde cada qual possui um conjunto de recomendações técnico-construtivas específicas. Com destaque para a zona bioclimática 2, através da plataforma Projeteee (2021), obteve-se os dados e informações referente as estratégias bioclimáticas indicadas para melhorar a eficiência dos edifícios, proporcionar uma redução da demanda energética e maior conforto aos seus usuários. Sendo assim, as estratégias recomendadas são:

Inércia térmica para aquecimento e resfriamento: Uma edificação com inércia térmica proporcionará uma diminuição das amplitudes térmicas 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. De fato, componentes de alta inércia térmica funcionam como uma espécie de bateria térmica: Durante o verão absorvem o calor, mantendo a edificação confortável; no inverno, se bem orientado, pode armazenar o calor para liberá-lo à noite, ajudando a edificação a permanecer aquecida.

Ventilação natural: Sistemas passivos de ventilação fundamentam-se em diferenças de pressão para deslocar o ar fresco através dos edifícios. Há dois tipos principais de ventilação passiva: a ventilação cruzada e a ventilação por efeito chaminé. A primeira possibilita a retirada do calor através da aceleração das trocas por convecção, contribuindo para a melhoria da sensação térmica dentro da edificação devido ao incremento dos níveis de evaporação. Já no efeito chaminé, o ar mais frio e denso exerce pressão positiva, e o ar mais quente e menos denso, exerce baixa pressão e tende a subir criando correntes de convecção. É preciso posicionar as aberturas em zonas de pressão oposta para que ocorra uma ventilação natural eficiente.

Aquecimento solar passivo: É um mecanismo que consiste na utilização da radiação solar direta para aquecimento ambiental da edificação, podendo ser direto ou indireto. No aquecimento solar direto, a radiação solar de inverno é admitida diretamente no ambiente através das aberturas ou superfícies envidraçadas, obtendo uma resposta imediata de aquecimento. Devido ao efeito estufa, a radiação, ao passar pelas superfícies envidraçadas, é absorvida e refletida pelas superfícies internas na forma de onda longa, permanecendo no interior da edificação.

Sombreamento: Consiste em uma técnica primordial para se reduzir ganhos solares através do envelope da edificação. Um projeto adequado de uma proteção solar deve impedir os ganhos solares nas épocas mais quentes, do dia e do ano, sem obstruí-los no inverno e sem prejudicar a iluminação natural através das aberturas. Torna-se imprescindível que o projetista domine a geometria solar de inverno e verão em relação ao lugar de implantação do edifício, pois dependendo da localização do edifício a própria sombra provocada por áreas construídas ou massas de vegetação vizinhas pode minimizar a necessidade de sombreamento em certas fachadas.

Resfriamento evaporativo: O resfriamento evaporativo fundamenta-se no processo de evaporação da água, a qual retira calor do ambiente ou do material sobre o qual a evaporação acontece. O grau de resfriamento é determinado pela velocidade da evaporação quanto mais rápido o processo da evaporação maior a queda de temperatura. A taxa de evaporação em um espaço aberto será mais rápida quanto maior a área superficial da água e a velocidade do ar e menor for a umidade relativa do ar. Quanto mais seco for o clima maior será a aplicabilidade de tais sistemas. Quando o ar se torna saturado, o processo de evaporação cessa e, consequentemente, ocorre a queda de temperatura.

Um meio para empregar essas estratégias bioclimáticas nas edificações é fazer uso de diferentes aplicações com vegetação. Scherer (2014), destaca que o emprego de componentes naturais em arquitetura vem sendo explorado como uma forma de minimizar os impactos ao ambiente local, de integrar o meio construído ao meio natural e de aumentar a área vegetada nas cidades. Dessa forma, dentre as princi-

pais estratégias vegetadas utilizadas destacam-se as coberturas verdes e os jardins verticais, sendo brevemente descritos a seguir.

Cobertura Verde: É uma combinação de diferentes camadas de apoio que fornecem condições para o crescimento da vegetação em um telhado plano ou inclinado. Tem como benefícios a gestão da água, redução do ruído, mitigação do efeito de ilhas de calor urbano, aumento da biodiversidade, desempenho térmico aprimorado e eficiência energética. De acordo com o tipo de uso, fatores de construção e requisitos de manutenção, os telhados verdes são divididos em três grandes grupos: extensivos, semi-intensivos e intensivos (RAJI; TENPIERIK; DOBBELSTEEN, 2014).

Sobre os jardins verticais, considerando que existem diferentes denominações, neste trabalho, assim como, nos trabalhos de Sharp et al. (2008), Pérez (2010) e Scherer (2014) adotou-se a distinção de três tipos: parede verde tradicional, cortina verde, e parede viva.

Parede Verde Tradicional: São sistemas extensivos marcados pela presença de espécies trepadeiras auto-aderentes que são capazes de se fixar diretamente nas alvenarias, por meio de raízes adventícias ou gavinhas ramificadas, formando um revestimento que remete a uma pele verde na edificação (SCHERER, 2014).

Cortina Verde: Se caracteriza pelo plantio e desenvolvimento de uma vegetação trepadeira, com auxílio de suportes, posicionada em frente e afastada das superfícies verticais das edificações [...] proporciona sombra e atua como um dispositivo de controle solar em arquitetura (SCHERER, 2014).

Parede Viva: Em geral, faz uso de módulos especiais para o desenvolvimento das plantas, sendo constituídos por painéis geotêxteis, vasos ou blocos com cavidades para o substrato, não havendo contato da raiz da planta com o solo na base da edificação (SCHERER, 2014).

Além das coberturas verdes e jardins verticais cabe destacar ainda os jardins, os quais podem ser desenvolvidos tanto em ambientes internos quanto externos.

Jardins Externos: Possibilita a utilização de plantas de diversas espécies e portes, que oferecem a maioria dos benefícios fornecidos por outros conceitos de vegetação para a macroescala, como a mitigação do efeito de ilha de calor urbana, maior diversidade e remoção de poluentes do ar, bem como, a gestão da água da chuva e melhoria estética visual (RAJI; TENPIERIK; DOBBELSTEEN, 2014).

Jardins Internos: geralmente equipados com vasos de plantas ou grandes árvores em substratos de solo espesso a depender das dimensões do projeto arquitetônico. Dentre suas principais funções destaca-se a melhoria da qualidade e umidade relativa do ar, nas condições de conforto, saúde e produtividade do ser humana (RAJI; TENPIERIK; DOBBELSTEEN, 2014).

Diferentes autores já vêm discutindo e apresentam uma ampla gama de contribuições positivas com o uso da vegetação integrada ao ambiente construído. Para Mascaró e Mascaró (2009), a vegetação atua sobre os elementos climáticos em microclimas urbanos, contribuindo para o controle da radiação solar, temperatura e

umidade do ar, ação dos ventos e da chuva e para amenizar a poluição do ar. Além disso, a vegetação absorve gás carbônico para efetuar o processo de fotossíntese, liberando oxigênio e auxiliando na purificação do ar (IZARD; GUYOT, 1983).

Entretanto, um dos efeitos mais evidentes do uso da vegetação está na redução da temperatura do ar através do processo de evapotranspiração, também chamado resfriamento evaporativo: a energia do sol é absorvida pela planta, resultando na perda de calor na atmosfera e na umidificação do ambiente. Ademais, o sombreamento causado pela vegetação diminui as temperaturas superficiais dos pavimentos e fachadas das edificações, uma vez que intercepta grande parte da radiação solar incidente (LYLE, 1994; MASCARÓ; MASCARÓ, 2005).

2. OBJETIVOS

O objetivo do presente trabalho é realizar um estudo de caso em uma escola padrão Tipo B, EMEI Proinfância Cipriano da Rocha, que está inserida no município de Santa Maria/RS, na zona bioclimática 2. Isso na perspectiva de avaliar como estão, e se estão sendo utilizados os recursos naturais da insolação e da ventilação, assim como estratégias bioclimáticas no projeto arquitetônico e paisagístico existente. E a partir dos resultados obtidos, avaliar possíveis melhorias e adequações na edificação conforme seu contexto climático visando, principalmente, a qualidade da temperatura ambiente com ênfase na utilização de estratégias passivas as quais fazem uso de vegetação, insolação e a ventilação características do munícipio.

3. METODOLOGIA

A metodologia consiste em revisão bibliográfica, em especial, do memorial descritivo do Projeto Proinfância (Tipo B) de 2013, e das recomendações para a zona bioclimática 2. Assim como, na análise sobre a localização, implantação, zoneamento e aspectos de controle da temperatura ambiente incorporados, ou não, ao projeto arquitetônico e paisagístico. Posteriormente, fez-se um levantamento das estratégias bioclimáticas recomendadas para a zona bioclimática 2, e a avaliação da aplicabilidade dessas estratégias com o uso das vegetações *Wisteria floribunda* e *zoysia japonica*. no referido projeto arquitetônico.

3.1 LOCALIZAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DA EMEI CIPRIANO DA ROCHA

A EMEI Proinfância Cipriano da Rocha se localiza no município de Santa Maria/RS (Zona Bioclimática 2), e está implantada em um bairro residencial com edificações no entorno de pequeno porte que se restringem a um pavimento. Além disso, sua implantação se dá em uma quadra onde três de suas fachadas estão voltadas para a rua, com exceção apenas da fachada leste, que faz divisa com uma

reserva de 707,39 m^2 destinada a área institucional do bairro. O terreno possuí um desvio de 18° em relação ao norte geográfico, contudo, para fins de análise irá se considerar as orientações do Manual RTQ-C (2016), o qual sugere que para edifícios comerciais, de serviço ou públicos inclinações de 0 a 45,0° e de 315,1° a 360,0° a orientação geográfica a ser adotada para análise de insolação nas fachadas é a norte. Com isso, a implantação da edificação se dá em um lote de 3.856,37m^2 com inclinação de 1,5%, destaca-se que o memorial descritivo indica terrenos com dimensões de 40,00m de largura e 70,00m de profundidade, ou seja, uma área de 2.800m^2, com uma declividade máxima de 3%, a área construída do projeto padrão tipo B é de 1.237,09 m^2 (FNDE, 2013).

3.2 ZONEAMENTO DA EDIFICAÇÃO

De modo a compreender a disposição da escola no terreno, apresenta-se na Figura 1 a implantação associada ao zoneamento da edificação. O projeto arquitetônico é dividido em oito setores, sendo: 1) Administrativo; 2) Serviço, 3) Multiuso; 4) Pedagógico (separado em duas áreas: creches I e II; creche III e pré-escola); 5) Pátio/refeitório, 6) Anfiteatro, 7) Parque infantil; 8) Estacionamento. Já em termos volumétricos são cinco blocos distintos: Bloco 1 - Administração, Bloco 2 – Multiuso e Educacional, Bloco 3 – Pátio Coberto e Refeitório, Bloco 4 – Serviço, Bloco 5 - Educacional.

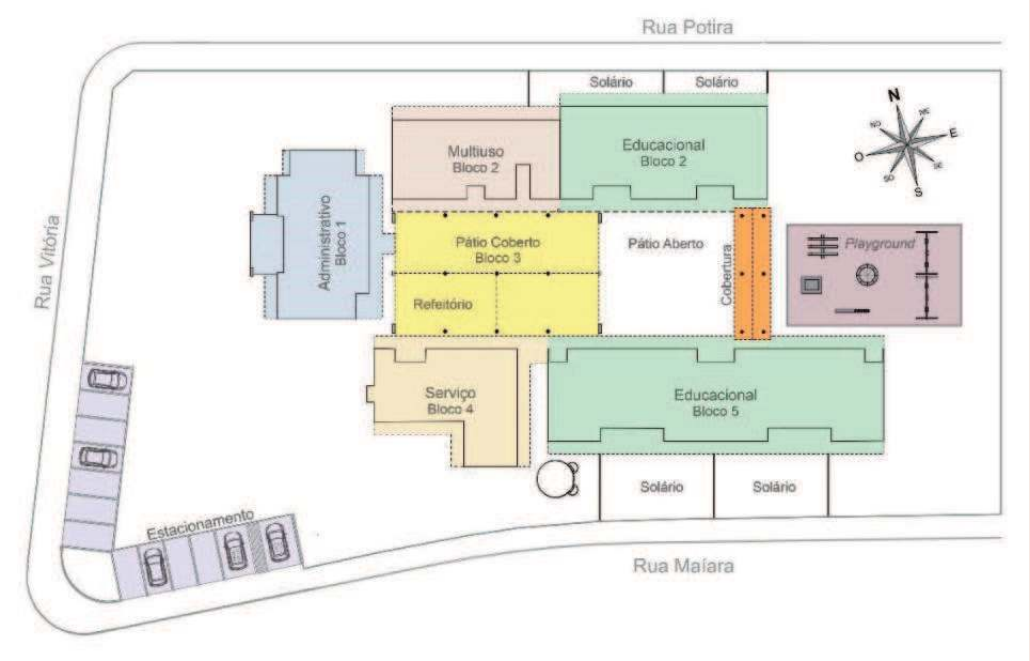


Figura 1. Implantação e Zoneamento da EMEI Proinfância padrão Tipo B Cipriano da Rocha, adaptado de FNDE (2013).

Referente aos aspectos de conforto ambiental incorporados ao projeto arquitetônico, irá se analisar a volumetria, as vedações externas, as coberturas, os beirais, a proteção solar das fachadas, a ventilação cruzada e os solários. Nesse sentido, a

forma em "U" adotada para a disposição dos volumes em torno de um pátio central é comumente utilizada em edifícios escolares. Isso porque possibilita maior convívio social e integração com o espaço físico, além de criar um ambiente aberto/coberto que permite ventilação cruzada nos diferentes ambientes.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO E PAISAGÍSTICO

Torna-se importante o conhecimento da planta baixa das escolas padrão tipo B (Figura 2) de forma a relacionar a implantação e zoneamento da EMEI Cipriano da Rocha com a disposição dos ambientes em função da ênfase dada no memorial descritivo para a ventilação cruzada nas salas de aula, bem como, a incidência solar da edificação como um todo e, em especial, dos solários, adjacentes às salas de aula.

Conforme memorial descritivo, os volumes são estruturalmente independentes utilizando a padronização modular em estrutura de concreto armado e as paredes externas são executadas com tijolos cerâmicos de seis furos 19x19x10cm. Já o acabamento externo se dá tanto por pintura acrílica na cor branco gelo, quanto por revestimento cerâmico 10x10, nas cores vermelho, azul escuro e amarelo, como pode-se observar na Figura 03.



LEGENDA

1 - Recepção	9 - Cozinha	17 - Rouparia	25 - Sala Creche III
2 - Secretaria	10 - Depósito	18 - Sala Creche I	26 - Sala Pré-Escola
3 - Diretoria	11 - Depósito Perecíveis	19 - Repouso	27 - WC Infantil
4 - Sala Professores	12 - Área de Serviço	20 - Banheiro	28 - WC PCD
5 - Almoxarifado	13 - DML	21 - Sala Creche II	29 - Sala Multiuso
6 - Banheiros Func.	14 - Lactário	22 - Solário	30 - Sala Informática
7 - Pátio/Refeitório	15 - Vestiários Func.	23 - Pátio Aberto	31 - Salas Técnicas
8 - Transformador	16 - Lavanderia	24 - *Playground*	32 - Estacionamento
			33 - Castelo d'água

Figura 2. Planta Baixa Projeto Proinfância Tipo B, adaptado de FNDE (2013).

A cobertura dos blocos administrativo, pedagógicos, de serviços, e multiuso é uma laje pré-moldada de 10cm altura, com tesouras e demais peças do telhado em madeira e telhas de barro cozidas, tipo colonial com inclinação de 35%. Já a cobertura do pátio central/refeitório é feita por meio de tesouras metálicas e telhas de barro cozidas, tipo colonial também com inclinação de 35%. Os beirais, por sua vez, possuem uma projeção de 1,20 metros de largura na maior parte das coberturas, isso visando proteger as aberturas e as fachadas da insolação direta.



Figura 3. Fachada frontal do projeto padrão Tipo B, FNDE (2013).

As áreas externas não ganham destaque no projeto para complementar o entorno da edificação, o memorial descritivo destaca que é custeado pelo programa apenas forração de grama (sendo indicado a grama esmeralda ou batatais) para terrenos de dimensões de até 40,00m x 70,00m, o excedente deve ser custeado pelo próprio requerente.

3.4 ANÁLISE DA INSOLAÇÃO NAS FACHADAS

De modo a verificar a eficiência dos beirais, realizou-se a simulação de uma fachada hipotética com as dimensões indicadas no projeto arquitetônico Tipo B. A simulação de sombreamento foi realizada no *software* SketchUp (2021), sendo esse já reconhecido como uma ferramenta para análise de sombreamento. Assim, primeiramente, fez-se o georreferenciamento no programa inserindo-se a latitude e a longitude da cidade de Santa Maria/RS, sendo respectivamente -29,68 e 53,80, em seguida, ajustou-se o fuso horário o qual é na maior parte do Brasil, e no estado do Rio Grande do Sul UTC – 03:00.

Posteriormente, com a elaboração de um modelo simples de fachada a qual possui 3 metros de altura, projeção do beiral 1,20 metros e aberturas no alinhamento superior de 2,10m de altura realizou-se a simulação de sombreamento para as fachadas norte, sul, leste e oeste. Considerando o solstício de inverno no dia 21 de junho e o solstício de verão 21 de dezembro, para os horários de 10:00 e 16:00 horas, o resultado pode ser analisado na Tabela 1.

Solstício		Inverno 21/06	Verão 21/12
Fachada	Hora	Insolação	Insolação
Norte	10:00 h	Ensolarada	Sombreada
	16:00 h	Ensolarada	Sombreada
Sul	10:00 h	Sombreada	Sombreada
	16:00 h	Sombreada	Sombreada
Leste	10:00 h	Ensolarada	Ensolarada
	16:00 h	Sombreada	Sombreada
Oeste	10:00 h	Sombreada	Sombreada
	16:00 h	Ensolarada	Ensolarada

Tabela 1. Análise da insolação nas fachadas EMEI Cipriano da Rocha.

Salienta-se que a zona bioclimática 2 apresenta estações bem definidas com grande amplitude térmica entre as estações de inverno e verão. No período do solstício de inverno é desejável receber insolação nas fachadas e no verão é necessário proteger as mesmas da insolação direta. Desse modo, as análises demonstraram que os beiras de 1,20 metros atendem satisfatoriamente a fachada norte a qual recebe insolação no inverno quando o sol está mais baixo na linha do horizonte, e é sombreada no verão quando o sol está mais alto.

Já as fachadas leste e oeste recebem insolação no solstício de inverno sendo isso desejado, contudo, recebem insolação também no solstício de verão período o qual se faz necessário o sombreamento das fachadas devido a exposição a altas temperaturas. E por fim, a fachada sul que se mantém sombreada em ambos os solstícios, sendo essa a que recebe a menor insolação no hemisfério sul.

4. RESULTADOS

As estratégias bioclimáticas recomendadas para a zona bioclimática 2 pela plataforma Projeteee, e que serão aplicadas ao projeto arquitetônico da EMEI Cipriano da Rocha são: (1) inércia térmica para aquecimento, (2) ventilação natural, (3) aquecimento solar passivo, (4) sombreamento, (5) resfriamento evaporativo e (6) inércia térmica para resfriamento. Com o intuito de atender estas estratégias, procurou-se fazer uso de soluções com vegetação - coberturas verdes, cortinas verde e paisagismo, como pode-se observar na Tabela 2.

Estratégia	Soluções
Inércia Térmica Aquecimento	Incidência solar no outono e inverno (cortina verde caducifólia)
Ventilação Natural	Implantação, pátio interno e ventilação cruzada
Aquecimento Solar Passivo	Incidência solar no outono e inverno (cortina verde caducifólia)
Sombreamento	Implantação e proteção solar (cortina verde primavera e verão)
Resfriamento Evaporativo	Uso da vegetação para amenizar o micro clima local
Inércia Térmica Resfriamento	Cobertura verde

Tabela 2. Estratégias bioclimáticas relacionadas as soluções verdes na EMEI Cipriano da Rocha

4.1 COBERTURA

Considerando as estratégias recomendadas, para a cobertura dos blocos (Administrativo, Multiuso e Educacional, Serviço e Educacional) utilizou-se o telhado verde intensivo (Figura 4) sugerido pelo Manual - A (2014), que indica uma laje maciça de 10cm, seguido de uma camada de 40 cm de altura de terra argilosa, e a vegetação, atingindo assim uma transmitância de 0,96 [W/(m^2k)]. Por se tratar de um prédio público, entende-se a necessidade de visar pela baixa manutenção, por isso um tipo de vegetação recomendado para a cobertura verde é a grama *Zoysia japonica* (grama esmeralda), que não exige poda frequente e prefere lugares com insolação direta (YAMASAKI, 2017).

Destaca-se, que a cobertura verde auxilia no resfriamento evaporativo e contribui para a edificação atender a transmitância térmica recomendada pelo Manual - A (2014), para edificações comerciais, de serviço ou públicas. Além disso, cabe destacar que a substituição da atual cobertura por telhado verde além de aumentar a área vegetada para a captação de CO_2, principal gás responsável pelo efeito estufa, ainda deixaria de emitir quantidade significava do mesmo devido ao processo de fabricação das telhas de barro as quais demandam o processo de queima para secagem, e o transporte desse material da produção até o consumidor final, acrescido a isso não seria necessário o uso da madeira que estrutura a cobertura atual.

4.2 IMPLANTAÇÃO E PAISAGISMO

É possível observar que a implantação da EMEI Cipriano da Rocha atende as recomendações de insolação para o município de Santa Maria/RS, onde para maior conforto ambiental e minimização da carga térmica é de modo que as maiores áreas de fachadas fiquem voltadas ao sentido norte-sul. No entanto, observa-se que os solários das creches I e II ficaram voltadas ao sul (Figura 4) perdendo sua eficiência, bem como, a fachada desses ambientes de permanência prolongada, que receberão pouca incidência solar. Tratando-se de um projeto padrão, entende-se que a disposição ideal em planta baixa seria de modo que todas as salas de aula es-

tivessem para a mesma orientação, pois assim, independentemente da orientação sempre haverá salas de aula menos favorecidas quanto a orientação solar.

Para o paisagismo, propõem-se além de plantar grama nas áreas não edificadas, um cinturão verde com árvores ao leste, bem como, árvores distribuídas ao oeste, em especial, junto ao estacionamento isso de modo a colaborar com o sombreamento tanto do *playground* ao leste, quanto dos veículos ao oeste, além de ambas as fachadas. Assim, para a zona bioclimática 2 se faz necessário um bom sombreamento com árvores caducifólias de copas frondosas para amenizar as temperaturas no período de verão, e permitir a passagem dos raios solares no inverno.

Além disso, cabe tornar os solários menos áridos com a inserção de vegetações de pequeno porte e incentivar o contato das crianças com a natureza a partir da disposição de hortas colaborativas externas. Assim, independentemente, da zona bioclimática o paisagismo é essencial para criar um microclima local e imprescindível para humanizar e tornar mais convidativo os espaços, principalmente, tratando-se de um equipamento destinado ao público infantil o qual dispõem de *playground* e áreas abertas de lazer.



Figura 4. Adaptações propostas para o projeto arquitetônico e paisagístico da EMEI Cipriano da Rocha na Zona Bioclimática 2, adaptado de FNDE (2013).

4.3 INSOLAÇÃO NAS FACHADAS

Sobre a incidência solar nas fachadas, observou-se que a fachada norte é protegida satisfatoriamente pelo beiral de 1,20 m, havendo necessidade de sombreamento somente no solstício de verão nas fachadas leste e oeste, as quais em implantação são as que possuem menor área de fachada. Para tal, de modo a proteger no verão e propiciar aquecimento do inverno recomenda-se o uso de cortinas verdes com vegetação caducifólia.

Com isso, propõem-se a aplicação dessas cortinas onde há ambientes de permanência prolongada nas fachadas leste e oeste, conforme Figura 4. Sendo então, na fachada leste a sala da creche II e a sala da creche III, enquanto que ao oeste tem-se a sala da secretaria, e embora não seja de permanência prolongada, entende-se ser importante o uso da cortina verde também na sala do almoxarifado para minimizar a temperatura ambiente e preservar os materiais ali estocados.

Devido a amplitude térmica da zona bioclimática 2, sendo necessário ora proteger ora expor as fachadas a insolação, é recomendado o uso de vegetações caducifólias. Segundo Scherer (2014), que realizou um estudo com dados climatológicos do município de Santa Maria/RS, para o clima subtropical da região sul do país, uma das trepadeiras caducifólias indicadas é a *Wisteria floribunda* (Glicínia), pois essa apresenta boa correlação entre as estações climáticas e o grau de fechamento de sua folhagem.

4.4 VENTILAÇÃO NATURAL

Com relação à ventilação da edificação, Almeida (2018), salienta que é importante que as janelas estejam posicionadas de forma a captar os ventos dominantes da região. Quanto mais próximo de 90° o ângulo de incidência dos ventos dominantes na superfície da janela, mais favorável será a ventilação naquele ambiente. Contudo, não é possível no município de Santa Maria/RS dispor as áreas de maior fachada de modo a conciliar a melhor orientação solar e a melhor ventilação já que a insolação se dá no sentido norte-sul e os ventos predominantes na região são leste (E) e sudeste (SE). Porém, com o volume em "U", com sua abertura voltada ao leste, permite-se boa ventilação aos ambientes, principalmente ao pátio interno e ao volume da administração.

Quanto a ventilação cruzada nos ambientes, tem-se como princípio básico para que isso ocorra a necessidade de aberturas em lados opostos o que de fato fica evidenciado na sala multiuso, nas salas da pré-escola e nas salas da creche I com janelas dispostas em fachadas distintas. As salas da creche II apresentam em seu lado oposto à janela, o banheiro, ficando condicionada a abertura da porta desse ambiente ou da porta principal de acesso para a circulação de ar. Já as salas da creche III possuem o repouso na parede oposta à janela, ocorrendo a circulação do ar somente se a porta deste ambiente ou do acesso principal estiver aberta. Entende-se essa uma questão de adequação do projeto arquitetônico de modo a permitir ventilação cruzada em todos os ambientes e, principalmente, nas salas de aula.

5. CONCLUSÕES

O Programa Proinfância é um importante meio para o desenvolvimento da educação no Brasil. Contudo, é de extrema importância a flexibilização do mesmo visando adaptações do projeto arquitetônico de acordo com sua zona bioclimática. Constatou-se que alterações no projeto a nível de planta baixa, possibilitaria um maior desempenho da edificação como, por exemplo, manter todas as salas de

aula na mesma orientação e ajustar as salas das creches II e creche III, visando a ventilação cruzada nesses ambientes.

Considerando que a edificação analisada se localiza na zona bioclimática 2, e as recomendações são: (1) inércia térmica para aquecimento (2) inércia térmica para resfriamento (3) ventilação natural, (4) aquecimento solar passivo, (5) sombreamento e (6) resfriamento evaporativo. Aspirando a aplicação dessas estratégias, na EMEI Cipriano da Rocha com o uso de vegetação utilizou-se, então, de cobertura verde, cortinas verdes caducifólias nas fachadas leste e oeste, paisagismo com forração de grama, árvores frondosas e caducifólias, ambientação dos solários com o uso de vegetação de pequeno porte e a sugestão da implantação de hortas colaborativas.

Destaca-se que o uso da vegetação incorporada ao projeto arquitetônico é um meio eficiente tanto para melhorar o microclima local quanto a temperatura ambiente da edificação. Por conseguinte, os projetos padrões podem vir a se adequar a zona bioclimática de sua inserção sendo possível fazer adaptações de baixo custo, em especial, com o uso de vegetação. Contudo, ressalta-se a importância de trabalhar as estratégias recomendadas para cada região em fase de projeto, sendo assim, é necessária uma maior flexibilização para se fazer essas adaptações de modo a ter edificações mais eficientes as quais proporcionam menor demanda energética, posteriormente, e maior qualidade e conforto aos seus usuários.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, M. B. C. (2018). Uma análise da implantação e da funcionalidade dos projetos padrão do FNDE: A experiência das escolas infantis tipo "b" do PROINFÂNCIA em Natal/RN. 2018. 233f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/25664.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2005). NBR 15220: Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, RJ.

Brasil (2007). Resolução nº 6, de 24 de abril de 2007. Estabelece as orientações e diretrizes para execução e assistência financeira suplementar ao Programa Nacional de Reestruturação e Aquisição de Equipamentos para a Rede Escolar Pública de Educação Infantil – PROINFÂNCIA. FNDE, Poder Executivo, Brasília, DF.

FNDE (2021). Programa Nacional de Reestruturação e Aquisição de Equipamentos para a Rede Escolar Pública de Educação Infantil (Proinfância). Brasília, DF. Disponível em: http://www.fnde.
gov.br/index.php/programas/proinfancia.

FNDE (2013). Projeto Proinfância – Tipo B. 2013. Memorial Descritivo. Brasília, DF. Disponível em: http://www.fnde.gov.br/index.php/programas/proinfancia/eixos-de atuacao/projetos arquitetonicospara-construcao/item/4816-tipo-b.

Izard, J.; Guyot, A. (1983). Arquitectura bioclimática. México D.F: G. Gili,

Lyle, J. T. (1994). Regenerative design for sustainable development. New York: John Wiley & Sons.

Manual – A (2014). Diretrizes para obtenção de classificação nível A para edificações comerciais, de serviço e públicas. Santa Catarina, SC. Disponível em: http://pbeedifica.com.br/sites/ default/files /projetos/etiquetagem/comercial/downloads/Manual-A.pdf.

Manual RTQ-C (2016). Manual para Aplicação do RTQ-C: comercial, de serviço e público. 4. ed. Santa Catarina, jun. 2016. Disponível em: http://pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/comercial/downloads/manualv02_1.pdf.

Mascaró, L.; Mascaró, J. (2005). Vegetação Urbana. Porto Alegre: Mais Quatro Editora.

Mascaró, L.; Mascaró, J. (2009). Ambiência Urbana. Porto Alegre: Mais Quatro Editora.

Pérez, G. (2010). Façanes vegetades: estudi del seu potencial com a sistema passiud'estalvi d'energia, en clima mediterrani continental. Tese (doutorado). Programade Doctorado Ámbits de Recerca de la Construcció i l'Energía a l'Arquitectura. Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, Espanha.

Projetee (2021). Projetando Edificações Energeticamente Eficientes. Santa Catarina. Disponível em: http://projeteee.mma.gov.br/.

Raji, B.; Tempierik, M. J.; Dobbelsteen, A. (2015). The impacto of greening systems on Building energy performance: a literature review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Amsterdã, v. 45, p. 610-623.

Scherer, M. J. (2014). Cortinas Verdes na arquitetura: desempenho no controle solar e na eficiência energética de edificações. Tese (Doutorado em Arquitetura). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. Disponível em: https://lume.ufrgs.br/handle/10183/109023.

Sharp, R. et al (2008). Introduction to Green Walls: Technology, Benefits & Design. In: Green Roofs for Healthy Cities. Disponível em: http://www.greenroofs.net/components/com_lms/flash/Green%20Walls%20Intro%20908b.pdf.

SketchUp (2021): Software de projetos 3D. Disponível em: https://www.sketchup.com/pt-BR.

Yamasaki, G. (2017). Grama Esmeralda (Zoysia japonica). Cultivando. Disponível em: https://www.cultivando.com.br/grama-esmeralda-zoysia-japonica/.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de mestrado.