

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

Thaís Vogel

**PROJETO E APLICAÇÃO DE BRISE VEGETAL EM ESCOLA, VISANDO  
CONFORTO TÉRMICO E CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL**

Santa Maria, RS  
2019

**Thaís Vogel**

**PROJETO E APLICAÇÃO DE BRISE VEGETAL EM ESCOLA, VISANDO CONFORTO  
TÉRMICO E CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia civil da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **bacharel em Engenharia civil**.

ORIENTADORA: Prof.<sup>a</sup> Rutineia Tassi

COORIENTADORA: Prof.<sup>a</sup> Paula Fensterseifer

Santa Maria, RS  
2019

---

©2019

Todos os direitos autorais reservados a Thaís Vogel. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

End. Eletr.: [thais.vogell@gmail.com](mailto:thais.vogell@gmail.com)

**Thaís Vogel**

**PROJETO E APLICAÇÃO DE BRISE VEGETAL EM ESCOLA, VISANDO CONFORTO  
TÉRMICO E CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia civil da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **bacharel em Engenharia civil**.

**Aprovado em 2 de dezembro de 2019:**

---

**Rutineia Tassi, Dra. (UFSM)**  
(Presidenta/Orientadora)

---

**Débora Missio Bayer, Dra. (UFSM)**

---

**Carlos José Antônio Kummel Félix, Dr. (UFSM)**

Santa Maria, RS  
2019



## AGRADECIMENTOS

*Primeiramente gostaria de agradecer à Universidade Federal de Santa Maria e ao curso de Engenharia Civil, incluindo os professores e funcionários que me auxiliaram ao longo desta caminhada, obrigada pela oportunidade e acolhimento, por todo conhecimento proporcionado e por viabilizar a realização de meus sonhos.*

*Quero agradecer especialmente a minha mãe, Andréa Bocchi, por todo seu incentivo em relação aos estudos, e por sempre me sensibilizar e me conscientizar em relação a forma de olhar para a natureza, seus benefícios e a nossa conexão à mesma.*

*Meu profundo agradecimento ao meu companheiro Rainiere Oliveira Carvalho por todo apoio emocional, pelo esforço e direcionamento em busca de boas soluções, e também pelo incentivo na realização deste trabalho. Ao meu pai, André Roberto Vogel, agradeço por me inspirar e me ensinar a importância da proatividade e da persistência para concretização dos meus sonhos.*

*Agradeço também ao meu irmão Luís Henrique Vogel e a minha prima Laleska Bocchi Ecker por todo apoio e preocupação com meu bem estar.*

*A minha orientadora, Rutineia Tassi, por ser a ponte que possibilitou que esse trabalho se manifestasse da melhor forma possível. Gratidão por toda confiança, todo conhecimento, pela sua disponibilidade e por todas as correções realizadas.*

*Agradeço também a minha coorientadora Paula Fensterseifer e a professora Débora Missio Bayer por toda ajuda na execução da ação nas escolas e por suas contribuições para realização deste trabalho.*

*Aos meus amigos, Bruno Peroza, Sérgio Petry, Gabriela Werner, Maurício de Almeida e Luiz Justen pelo apoio emocional e pelo auxílio nos softwares utilizados.*

*Ao projeto Mulheres na Engenharia por todo incentivo e contribuição financeira, ambos fundamentais para o impacto social desenvolvido nesta ação.*

*Ao Centro de Tecnologia da UFSM, ao Gabinete de Projetos (GAP), a Pró-Reitoria de Infraestrutura (PROINFRA), ao Laboratório de Engenharia do Meio Ambiente (LEMA) e ao Laboratório de Materiais de Construção Civil (LMCC) pela ajuda na aquisição de materiais e no transporte destes.*

*Meu agradecimento sincero aos representantes, professores e alunos da Escola Marista Santa Marta, por entenderem a importância da realização desta ação, nos recebendo de braços abertos e nos auxiliando na organização das atividades.*

*Por fim, agradeço à banca examinadora pela leitura e sabedoria que muito acrescentaram; e a tantos outros que, de alguma forma, contribuíram para realização deste trabalho.*

*Eu também falo de um retorno à natureza, não como um refúgio, mas como elevação, rumo ao sublime, liberto à maravilha da natureza e ao que é natural.*

*(F. Nietzsche)*

## RESUMO

### PROJETO E APLICAÇÃO DE BRISE VEGETAL EM ESCOLA, VISANDO CONFORTO TÉRMICO E CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL

AUTORA: Thaís Vogel

ORIENTADORA: Rutineia Tassi

COORIENTADORA: Paula Fensterseifer

O aumento da temperatura causado pela aglomeração social, decorrente do desenvolvimento das cidades e ampliado pelo aquecimento global, tem trazido novos questionamentos a respeito do conforto térmico e do excessivo uso de ar-condicionado nas edificações urbanas. Desta forma, soluções alternativas baseadas no uso de vegetação vêm merecendo destaque, especialmente os jardins verticais. Este tipo de prática minimiza os efeitos da radiação solar em paredes nos períodos mais quentes, e pode ser projetada para permitir o aquecimento durante o período frio, situação adequada para a região sul do Brasil. Além disso, os jardins verticais trazem diversos benefícios ecossistêmicos quando inseridos no meio urbano, incluindo a redução da poluição do ar, dos ruídos acústicos e, a partir da respiração e da fotossíntese da vegetação, pode deixar o ambiente mais fresco, amenizando o fenômeno denominado "Ilhas de Calor". Assim, este trabalho apresenta uma revisão sobre os principais aspectos relacionados ao conforto térmico, às construções sustentáveis, à arquitetura bioclimática, e, por fim, às diferentes tipologias de jardins verticais, destacando seus benefícios e analisando as espécies de plantas trepadeiras com potencial de uso na região Sul do Brasil. Além de uma revisão, o trabalho apresenta um projeto de um jardim vertical, do tipo brise vegetal, desenvolvido e executado em uma instituição filantrópica de ensino, Escola Marista Santa Marta, situada na cidade de Santa Maria (RS), em uma região de alta vulnerabilidade social. A estratégia adotada neste trabalho, portanto, foi uma pesquisa-ação a qual visou implementar um conjunto de brises vegetais com uso de materiais de baixo custo, adequados para aplicação em edificações de interesse social. Os alunos da escola foram envolvidos no maior número de atividades possíveis, incluindo uma palestra educativa, seguida pela entrega de uma cartilha com instruções de como cuidar e de como fazer um brise vegetal. Em um segundo momento, foi oportunizada a 18 meninas dessa instituição, a participação da montagem dos brises vegetais instalados nas paredes externas de uma sala de jogos da escola, a qual possui problemas relacionados com a grande incidência solar, justificando a implementação dessa estrutura. Conhecimentos de diferentes áreas da Engenharia Civil foram empregados para a realização deste trabalho, além da necessidade de contato com técnicas de outras áreas do conhecimento.

**Palavras-chave:** Conforto térmico. Brise vegetal. Jardins Verticais. Conscientização ambiental. Sustentabilidade.

## ABSTRACT

### **SOCIAL PROJECT IN PHILANTHROPIC SCHOOL OF SANTA MARIA CITY WITH SUSTAINABLE VIEWS: GREEN CURTAIN IMPLEMENTATION AND ENVIRONMENTAL AWARENESS**

AUTHOR: Thaís Vogel  
ADVISOR: Rutineia Tassi  
CO-ADVISOR: Paula Fensterseifer

The increase in temperature in urban areas caused by urbanization and magnified by global warming, has brought new questions about thermal comfort and the excessive use of air conditioning in urban homes. Thus, alternative solutions to these problems, based on the use of vegetation, especially green facade, are evaluated in this study. This type of practice minimizes the effects of solar radiation on walls during warmer periods, and can be designed to allow wall heating during the cold period, which is appropriate for southern Brazil region. In addition, green facade bring several ecosystem benefits within the urban environment, including the reduction of air pollution, acoustic noise and, through respiration and photosynthesis of the vegetation, can make the environment cooler, softening the phenomenon called Urban Heat Islands. Therefore, this work presents a review of the main aspects related to thermal comfort, sustainable buildings, bioclimatic architecture, green facade typology, highlighting their benefits, and indications of the most suitable climbing plants with potential for using in the Southern Brazilian region. In addition to this review, the work also presents a design of a green curtain, developed and executed in a Philanthropic Teaching Institution, named Colégio Marista Santa Marta, located in the city of Santa Maria, RS in a region of high social vulnerability. Therefore, the strategy adopted in this work was an action-research, aiming to implement a set of green curtain using low cost materials, due to greater appeal for application in social interest housing. The green curtain design was previously carried out, considering technical criteria for elaboration and execution. The school's students were involved in different activities held in the school, as an educational lecture, followed by the delivery of a booklet with instructions on how to care and how to make a green curtain. In a second moment, 18 girls from this institution were offered the opportunity to assemble green curtain installed on the external walls of the school's games room, which has problems related to the large solar incidence, justifying the implementation of this structure. Knowledge from different areas of Civil Engineering was used for the accomplishment of this work, besides the necessity of contact with techniques from other areas of knowledge.

**Keywords:** Thermal comfort. Green Curtain. Green Facade. Environmental awareness. Sustainability.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Fenômenos que influenciam a microescala .....	19
Figura 2.2 – William A. Anders, Earthrise, Apollo 8, 24 de dezembro de 1968. ....	20
Figura 2.3 – Efeito da ilha de calor urbano, representado pela imagem térmica de uma fachada verde .....	26
Figura 2.4 – Classificação e execução das coberturas vivas de sistema extensivo ....	28
Figura 2.5 – Pele verde de crescimento espontâneo e integrado ao projeto arquitetônico .....	29
Figura 2.6 – Esquemas de implantação de fachada verde indireta com treliça e cabos	30
Figura 2.7 – Sistema de brise vegetal da empresa Ecotelhado. ....	30
Figura 2.8 – Exemplo de aplicação de brise vegetal - Ecoparede Fevale .....	31
Figura 2.9 – Classificação e execução das coberturas vivas de sistema intensivo ....	32
Figura 2.10 – Esquema de implantação de parede viva contínua .....	33
Figura 2.11 – Esquema de implantação de parede viva com módulos tipo tabuleiro ..	34
Figura 2.12 – Campus Unisinos Porto Alegre com Jardim Vertical de sistema Modular	34
Figura 2.13 – Classificação dos climas no Brasil, classificação de A. Strahler .....	35
Figura 2.14 – Sazonalidade da glicínia em um sistema de cortinas verdes .....	36
Figura 2.15 – Passagem da radiação solar em vegetação caducifólia em situação de verão e inverno .....	37
Figura 2.16 – Gráfico do consumo anual total de energia elétrica, para Santa Maria, RS .....	38
Figura 3.1 – Materiais utilizados na visita técnica às escolas .....	40
Figura 3.2 – Materiais utilizados na palestra educativa .....	40
Figura 3.3 – Ferramentas utilizadas para montagem dos brises vegetais .....	41
Figura 3.4 – Materiais utilizados para montagem dos brises vegetais .....	42
Figura 3.5 – Imagens utilizadas na cartilha Meu Brise Vegetal A) Representação do trajeto do sol, nas estações de inverno e verão e B) Desenho artístico "Crescer leva tempo" .....	48
Figura 4.1 – Imagens térmicas realizadas do local escolhido para implantação do brise vegetal .....	51
Figura 4.2 – Sala de jogos A) Ambiente interno B) Parede externa .....	53
Figura 4.3 – A) e B) Pátio da escola sob diferentes angulações .....	54
Figura 4.4 – Exemplos da aplicação da trepadeira glicínia ( <i>Wisteria sp</i> ) sobre fachadas de edificações .....	54
Figura 4.5 – Renderização do projeto modelado, em diferentes perspectivas .....	55
Figura 4.6 – Palestra Educativa: A) Demonstração do trajeto do sol e Orientação Solar; B) Slide de apresentação inicial .....	57
Figura 4.7 – Primeira palestra ministrada no dia da ação .....	58
Figura 4.8 – Frente e verso da Cartilha "Meu Brise Vegetal" .....	58
Figura 4.9 – Fixação da corda, A) Fixação da corda na parte inferior e B) Fixação da corda na parte superior .....	59
Figura 4.10 – Imagens referentes as etapas 2 à 5 .....	60
Figura 4.11 – Imagens referentes as etapas 6 à 9 .....	61
Figura 4.12 – Fotografia do sistema ao término da pré-ação .....	61
Figura 4.13 – Explicação dos materiais utilizados, A) Brita graduada, B) Manta geotêxtil e C) Corda elástica .....	62

Figura 4.14 – Alguns dos procedimentos realizados no “Dia da Ação” para finalização do plantio das mudas .....	63
Figura 4.15 – Tonéis com o nome dado às plantas pelas participantes da ação .....	63
Figura 4.16 – Foto em grupo com os 6 brises vegetais instalados .....	64
Figura 4.17 – Foto em grupo retirada após o término da ação .....	64
Figura 4.18 – Cachepô de madeira finalizado, feito com <i>pallets</i> reciclados .....	65
Figura 4.19 – Comparativo final entre projeto modelado (A) e executado (B) .....	66

## LISTA DE QUADROS

Quadro 4.1 – Custos totais dos materiais utilizados .....	56
---	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<i>BREEAM</i>	Building Research Establishment Environmental Assessment Method
<i>CT</i>	Centro de Tecnologia da UFSM
<i>GAP</i>	Gabinete de Projetos da UFSM
<i>GBC</i>	Green Building Council
<i>GBCBrasil</i>	Green Building Council Brasil
<i>HQE</i>	Haute Qualité Environnementale
<i>IDHEA</i>	Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica
<i>IEA</i>	International Energy Agency
<i>LEED</i>	Leadership in Energy and Environmental Design
<i>UFSM</i>	Universidade Federal de Santa Maria
<i>ONU</i>	Organização das Nações Unidas
<i>PROINFRA</i>	Pro-reitoria de Infraestrutura da UFSM
<i>SBToolPT</i>	Sustainable Building Tool



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
1.1	JUSTIFICATIVA .....	14
1.2	OBJETIVO .....	16
<b>1.2.1</b>	<b>Objetivo geral</b> .....	<b>16</b>
<b>1.2.2</b>	<b>Objetivos Específicos</b> .....	<b>16</b>
1.3	ORGANIZAÇÃO TEXTUAL .....	16
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>18</b>
2.1	CONFORTO TÉRMICO .....	18
2.2	A SUSTENTABILIDADE E AS EDIFICAÇÕES .....	19
<b>2.2.1</b>	<b>Arquitetura Bioclimática</b> .....	<b>21</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Construções Sustentáveis</b> .....	<b>21</b>
2.3	USO DE VEGETAÇÃO COMO ELEMENTO MODIFICADOR NO MICRO-CLIMA URBANO .....	24
2.4	JARDINS VERTICAIS POTENCIALIDADES E TIPOLOGIA .....	25
<b>2.4.1</b>	<b>Sistemas Extensivos</b> .....	<b>27</b>
2.4.1.1	<i>Sistema direto</i> .....	28
2.4.1.2	<i>Sistema indireto</i> .....	29
<b>2.4.2</b>	<b>Sistemas Intensivos</b> .....	<b>31</b>
2.4.2.1	<i>Parede viva contínua</i> .....	32
2.4.2.2	<i>Parede viva modular</i> .....	33
2.5	VEGETAÇÃO EM JARDINS VERTICAIS: ESPÉCIES ADEQUADAS PARA A REGIÃO SUL DO BRASIL .....	35
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>39</b>
3.1	MATERIAIS UTILIZADOS .....	39
<b>3.1.1</b>	<b>Materiais utilizados na visita técnica às escolas</b> .....	<b>39</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Materiais utilizados na palestra educativa</b> .....	<b>40</b>
<b>3.1.3</b>	<b>Materiais utilizados na montagem dos brises vegetais</b> .....	<b>41</b>
<b>3.1.4</b>	<b>Programas computacionais utilizados (<i>softwares e aplicações</i>)</b> .....	<b>42</b>
3.2	MÉTODOS .....	43
<b>3.2.1</b>	<b>Captação de recursos</b> .....	<b>43</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Definição do sistema de jardim vertical utilizado</b> .....	<b>43</b>
<b>3.2.3</b>	<b>Visita às escolas e identificação do local apropriado</b> .....	<b>44</b>
<b>3.2.4</b>	<b>Definição do projeto adequado</b> .....	<b>44</b>
3.2.4.1	<i>Escolha da vegetação</i> .....	44
3.2.4.2	<i>Elaboração do projeto a partir da modelagem 3D</i> .....	44
<b>3.2.5</b>	<b>Cronograma de execução</b> .....	<b>45</b>
<b>3.2.6</b>	<b>Reuniões para aprovação</b> .....	<b>45</b>
<b>3.2.7</b>	<b>Obtenção dos materiais necessários</b> .....	<b>46</b>
<b>3.2.8</b>	<b>Desenvolvimento da Cartilha Meu Brise Vegetal</b> .....	<b>47</b>
<b>3.2.9</b>	<b>Elaboração da palestra educativa</b> .....	<b>48</b>
<b>3.2.10</b>	<b>Implantação e montagem dos brises vegetais</b> .....	<b>49</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>51</b>
4.1	VISITA TÉCNICA: ESCOLA E LOCAL ESCOLHIDO .....	51
<b>4.1.1</b>	<b>Apresentação da escola escolhida e dados do levantamento realizado na visita técnica</b> .....	<b>52</b>

4.2	DEFINIÇÃO DO PROJETO ADEQUADO .....	54
4.2.1	<b>Escolha da vegetação</b> .....	<b>54</b>
4.2.2	<b>Projeto 3D modelado</b> .....	<b>55</b>
4.3	CUSTOS TOTAIS DOS MATERIAIS UTILIZADOS .....	55
4.4	REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES NA ESCOLA .....	56
4.4.1	<b>Reuniões</b> .....	<b>56</b>
4.4.2	<b>Palestras Educativas</b> .....	<b>57</b>
4.4.3	<b>Entrega da cartilha Meu Brise Vegetal</b> .....	<b>58</b>
4.4.4	<b>Implantação do brise vegetal</b> .....	<b>59</b>
4.4.4.1	<i>Dia da pré-ação</i> .....	59
4.4.4.2	<i>Dia da ação</i> .....	61
4.4.4.3	<i>Pós-ação</i> .....	65
4.5	ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	65
5	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>67</b>
5.1	CONCLUSÃO .....	67
5.2	RECOMENDAÇÕES FUTURAS .....	68
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>69</b>
	<b>APÊNDICE A – CARTILHA MEU BRISE VEGETAL)</b> .....	<b>72</b>
	<b>APÊNDICE B – MATERIAL DE APRESENTAÇÃO DA PALESTRA EDUCATIVA (SLIDES)</b> .....	<b>75</b>
	<b>APÊNDICE C – ORÇAMENTOS</b> .....	<b>89</b>
	<b>ANEXO A – FICHA DAS ESPÉCIES UTILIZADAS</b> .....	<b>93</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Após a revolução industrial, o êxodo rural e a migração da população para as cidades trouxeram diversas consequências sociais, que causaram impactos ambientais negativos que afetam todo ecossistema, inclusive a qualidade de vida do ser humano (RODRIGUES, 2019). A redução de espaços verdes pode ser associada às alterações na fauna, no clima, na poluição do ar e nos aspectos paisagísticos. Inclui-se também, dentre as problemáticas decorrentes do desenvolvimento das cidades, o surgimento de um fenômeno denominado "ilhas de calor", caracterizado como resultado observado nas diferenças de equilíbrio de energia entre a área urbana e a área rural (OKE, 1982 apud FENSTERSEIFER, 2018, p.11).

Em um ambiente rural grande parte da energia solar que chega à vegetação é usada pelas plantas para o processo metabólico, além disso, a partir da redução da umidade relativa do ar, a vegetação pode refrescar o ar que a rodeia, (MASCARÓ; MASCARÓ, 2005). Já nas cidades, as plantas são substituídas por superfícies de baixa refletância, como as edificações e os asfaltos, ocorrendo então o aumento da temperatura do ar.

O desconforto térmico provocado pelo surgimento das ilhas de calor, intensificado com o aumento da temperatura provocado pelo aquecimento global, tem sido um forte incentivo ao progressivo uso de ares condicionados em todo o mundo. Segundo a International Energy Agency (2018), aproximadamente 10% da energia elétrica total usada em edifícios ao redor do mundo atualmente é devida ao uso de condicionadores de ar, e a previsão para 2050 é que essa porcentagem aumente para 16%, se não forem tomadas novas medidas de eficiência energética nos aparelhos de ar condicionado, ou alternativas sejam consideradas.

De acordo com a Organização das Nações Unidas (2019) deve-se buscar uma utilização dos recursos renováveis disponíveis na natureza, como o sol, a vegetação, a chuva e os ventos, a fim de prover um ambiente construído com conforto ambiental e gasto energético reduzido. Dentre as estratégias associadas à utilização de recursos naturais, destaca-se a importância da utilização da vegetação, a qual pode funcionar como um termorregulador climático.

A vegetação tem potencial para atuar nos microclimas urbanos, contribuindo para melhorar a ambiência urbana sob diversos aspectos: através do sombreamento ela reduz a carga térmica recebida pelos edifícios e ameniza a radiação solar na estação quente, por meio da fotossíntese e da respiração reduz a poluição do ar, normalmente melhora os aspectos paisagísticos, além de atuar como barreira acústica e possuir efeitos terapêuticos (SCHERER, 2014; MASCARÓ; MASCARÓ, 2005; MASCARÓ; MASCARÓ, 2009; RODRIGUES, 2019).

Os autores Mascaró e Mascaró (2005; 2009) citam a importância da vegetação para

o microclima e ambiência urbana, no entanto, muitas cidades não apresentam espaço para a implantação de mais áreas verdes com o uso da vegetação tradicional, como as árvores, arbustos e flores. Como uma alternativa à esta falta de espaço, surgem os jardins verticais, com diversos benefícios agregados à utilização desta tecnologia. A vegetação utilizada nestes sistemas, normalmente composta de trepadeiras, pode ser moldada a fim de amplificar sua área de cobertura, podendo ser orientada com auxílio de cordas e cabos que guiam o seu espalhamento, ou, dependendo do tipo de sistema utilizado, podem ainda ser aplicadas diretamente nas paredes. Logo, os jardins verticais podem revestir e sombrear fachadas protegendo-as contra a insolação, os ruídos sonoros, a poluição do ar, e ainda podem proporcionar benefícios psicológicos aos usuários do ambiente que os circunda, aumentando a conexão entre o ser humano e a natureza.

Buscando utilizar os benefícios dos jardins verticais para reduzir problemas associados ao conforto térmico, esse trabalho de conclusão de curso apresenta um projeto elaborado e implantado no Colégio Marista Santa Marta, uma escola filantrópica da cidade de Santa Maria (RS), onde foi empregado um conjunto de brises vegetais para minimizar problemas térmicos de um setor da escola. A atividade contou também com o desenvolvimento de uma ação com os estudantes desta instituição, visando à educação ambiental.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Com o surgimento dos selos verdes, como a certificação LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), o número de edifícios construídos com viés sustentável tem aumentado ao longo dos anos (PASSOS et al., 2019). Esta certificação, por exemplo, funciona para todos os edifícios e pode ser aplicada em qualquer momento no empreendimento, seja em novas construções ou em grandes reformas (GBC Brasil, 2019).

De acordo com Toledo e Santos (2019), com o surgimento espontâneo das cidades, e um crescimento acelerado e desordenado, os espaços livres, ou áreas verdes, foram reduzidos, onde a vegetação natural foi sendo substituída por elementos de infra-estrutura. Assim, atualmente, com a alta concentração da população, a maior parte dos centros urbanos encontra-se ocupada por construções, fator que causa a deterioração da qualidade de vida urbana (TOLEDO; SANTOS, 2019).

Dessa forma, quando se pensa em um futuro mais sustentável, não se pode restringir a adoção de técnicas verdes apenas às novas construções. Para que realmente seja possível melhorar a qualidade de vida urbana, os conceitos de construções sustentáveis devem ser aplicados de maneira ampla, abrangendo tanto as novas edificações, quanto as existentes. O projeto em questão faz uso de vegetação como solução para melhoria do conforto térmico em uma construção existente, com problemas notáveis e relatados sobre conforto térmico. Os responsáveis pela edificação, pertencente a uma instituição de

ensino, não têm condições de instalar um ar condicionado no espaço mencionado, o qual é utilizado como sala de jogos. Também, a sala demandaria grande consumo energético para ser refrigerada, indo de encontro às questões sustentáveis e econômicas.

Ademais, a utilização de soluções de baixo custo, a exemplo do brise vegetal, que não onerem os proprietários das edificações é um viés a ser explorado nesse projeto. Uma vez que os estudantes da instituição são de origem humilde e, possivelmente habitem em edificações de precário conforto térmico, apresentar possibilidades para criação de espaços mais amenos com baixo custo justifica também a escolha desse público alvo.

Os estudantes podem atuar como multiplicadores, replicando as técnicas empregadas neste projeto em suas edificações, como forma de reduzir o consumo energético por questões sustentáveis e econômicas. Também, precisa-se pensar em um futuro em que o meio ambiente importe para todos. Dessa forma, justifica-se a intenção de levar a conscientização ambiental para as salas de aula, a qual pode ser melhor fixada com uma aplicação prática, como a instalação do brise vegetal.

Logo, o projeto desenvolvido visa se enquadrar dentro dos objetivos globais da ONU, a qual em abril de 1987, através da Comissão Brundtland, publicou um relatório inovador denominado "Nosso Futuro Comum" que traz o conceito de desenvolvimento sustentável para o discurso público.

Na sua essência, o desenvolvimento sustentável é um processo de mudança no qual a exploração dos recursos, o direcionamento dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão em harmonia e reforçam o atual e futuro potencial para satisfazer as aspirações e necessidades humanas (Organização das Nações Unidas, 2019).

Além disso, a ação de instalação do conjunto de brises vegetais foi realizada com a participação exclusiva de meninas do ensino fundamental, no contexto do Projeto UNIES-COLA: Mulheres rumo à Engenharia construindo o futuro (projeto número 051274). Esse projeto pretende potencializar o interesse das alunas para a área de engenharia, incentivando o protagonismo social e mostrando que cursar uma universidade pública, gratuita e de qualidade como a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) é algo possível. Esta aproximação também possibilitou a inter-relação da academia e sociedade. Por fim, a pesquisa justifica-se diante de dois importantes assuntos, a educação ambiental e o conforto térmico.

## 1.2 OBJETIVO

### 1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é a realização de uma pesquisa-ação da instalação de um conjunto de brises vegetais em uma escola filantrópica da cidade de Santa Maria (RS), que atende estudantes em situação de vulnerabilidade social, como forma de proporcionar mais conforto térmico ao ambiente e contribuir para a divulgação de técnicas de baixo custo com alta inserção social.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Apresentar uma alternativa acessível e sustentável para melhoria nas condições térmicas de uma edificação;
- Conscientizar as crianças da importância ambiental e incentivá-las na busca por soluções sustentáveis e de baixo custo no campo de engenharia civil;
- Utilizar como base o conhecimento científico para a realização de um projeto com inserção social;
- Incentivar o protagonismo de meninas de regiões de alta vulnerabilidade social em atividades relacionadas à engenharia civil, no contexto do Projeto UNIESCOLA: Mulheres rumo à Engenharia construindo o futuro.

## 1.3 ORGANIZAÇÃO TEXTUAL

No primeiro item deste trabalho foi introduzida a ideia a ser explorada na pesquisa, com contextualização e justificativa do tema e da ação adotados. Aborda, principalmente, conceitos quanto à problemática do desconforto térmico e suas relações com o ambiente urbano, e traz como solução alternativa, o uso de jardins verticais. Além disso, é descrita a ação implementada no decorrer deste trabalho, informando a tecnologia e os fatores que a envolvem.

O item 2 trata do referencial teórico acerca de cinco conceitos importantes para a compreensão da problemática desta pesquisa: i) o (des) conforto térmico no ambiente urbano; ii) a relação da sustentabilidade com as edificações; iii) o uso da vegetação como elemento modificador do microclima urbano; iv) a potencialidade e as tipologias dos jardins

verticais; e v) um estudo das espécies de trepadeiras com potencial de uso em jardins verticais na região Sul do Brasil.

O item 3 traz informações relativas à metodologia empregada, explicando os métodos utilizados para implantação de um brise vegetal num ambiente escolar, além de discorrer sobre os materiais utilizados. Em seguida, no item 4, são apresentados os resultados obtidos na realização da ação desenvolvida. Em alguns casos, o material desenvolvido neste estudo encontra-se nos apêndices, conforme descrito em texto.

Por fim, o item 5 apresenta as conclusões obtidas, e estabelece algumas considerações para investigações futuras, salientando pontos importantes para o desenvolvimento deste trabalho, definido como uma pesquisa-ação. Ademais, destaca a importância da realização de ações como a desenvolvida neste trabalho.

Encontram-se também, no final deste trabalho, todas as bibliografias utilizadas, incluindo sites de apoio, seguido dos anexos utilizados e dos apêndices desenvolvidos pela autora.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 CONFORTO TÉRMICO

A crescente concentração da população em áreas urbanas, e consequente densificação do espaço ocasionam um aumento significativo de superfícies impermeáveis e com alta absorção solar, o que implica em diversas consequências ambientais (JESUS, 2016). O desconforto térmico no ambiente urbano, o qual gera um aumento no consumo de recursos ambientais, pode ser citado como um efeito da urbanização.

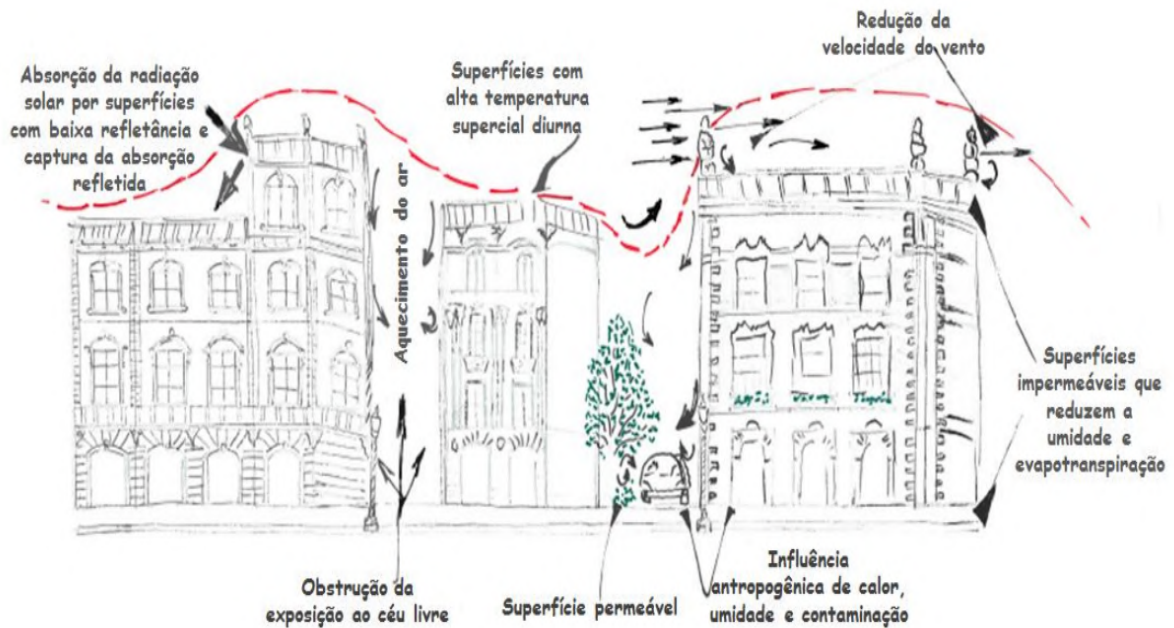
Conforme definido por Lamberts, Ghisi e PAPST (2000, p. 6): "O conceito de conforto térmico se refere ao estado mental que expressa a satisfação do homem com o ambiente térmico que o circunda". Para entender esse conceito destaca-se o conhecimento sobre neutralidade térmica, a qual ocorre quando não há diferenças entre o calor produzido pelo corpo e o calor perdido para o ambiente, ou seja, quando o balanço térmico é estável (LAMBERTS; GHISI; PAPST, 2000). Ademais, as relações entre o ser humano e o conforto térmico são ainda mais complexas, abrangendo, além dos fatores físicos, fatores fisiológicos e aspectos de bem-estar psicológico dos usuários que vivem nos grandes centros urbanos (NARDIN, 2019).

Associa-se um importante fenômeno as problemáticas relacionadas ao conforto térmico urbano, conhecido como as ilhas de calor, o qual é ocasionado especialmente pelo tipo de ocupação do solo, e apresenta um efeito climático de aumento de temperatura nos centros urbanos (JESUS, 2016). As variações de temperatura superficiais e atmosféricas podem ocorrer nas áreas urbanas em duas escalas distintas, a microescala e a mesoescala, as quais são diferenciadas pelos fenômenos que as influenciam (JESUS, 2016).

São tratadas na microescala (Figura 2.1) as variações climáticas produzidas em pequenas distâncias, como alguns metros, ocasionadas pela interação da atmosfera com diversificados elementos urbanos como ruas, praças e edifícios (JESUS, 2016). Muitos desses elementos urbanos são compostos por superfícies impermeáveis e com baixa refletância, que geram uma alta absorção da radiação solar e uma redução da umidade e da evapotranspiração, quando comparados a superfícies vegetais. Já na complexidade da mesoescala, são analisadas as variações climáticas produzidas por um conjunto urbano, englobando alguns quilômetros, podendo-se ainda considerar fatores e características da topografia (VOOGT; OKE, 2003).



Figura 2.1 – Fenômenos que influenciam a microescala



Fonte: Jesus (2016)

Independentemente da escala de análise, o crescente uso de ares condicionados tem sido apontado com uma das soluções para resolver a falta de conforto térmico nas edificações, especialmente no meio urbano, evidenciando o aumento no consumo de energia elétrica e, conseqüentemente, de recursos naturais (JESUS, 2016; NARDIN, 2019).

Como uma alternativa mais sustentável para solucionar esta problemática e demais questões ambientais surgem as construções sustentáveis e as edificações verdes (BROCANELI, 2010). Essas abordagens se caracterizam pelo uso de tecnologias que proporcionam eficiência energética, destacando-se o uso de brise-soleils, telhados verdes e, com menor frequência, mas não menos eficaz, os jardins verticais.

## 2.2 A SUSTENTABILIDADE E AS EDIFICAÇÕES

Pode-se dizer que a conscientização ambiental começou há muito tempo atrás. No século XIX, os poetas românticos britânicos já exaltavam as belezas da natureza, enquanto o escritor americano Henry David Thoreau pregava o retorno da vida simples, regida pelos valores implícitos da natureza (Organização das Nações Unidas, 2019).

No século XX, o movimento ambiental ganhou força. Em 1969, a divulgação pela NASA da primeira imagem colorida da Terra, a Earthrise, surgindo no horizonte acinzentado, rústico e lúgubre da Lua (Figura 2.2), tocou o coração da humanidade e chamou a atenção de muitos para o fato de que vivemos em uma única Terra. Segundo Bonfiglioli

(2009) a fotografia "legitimava uma versão romântica sobre a fragilidade do planeta, diante da irresponsabilidade do sistema capitalista". A Earthrise evidenciou à necessidade de proteger a saúde e o bem estar de todo ecossistema, que até então estava condicionado a perspectiva da produção industrial, altamente poluente e destrutiva para os ambientes naturais e para o próprio Homem (BONFIGLIOLI, 2009).

Figura 2.2 – William A. Anders, Earthrise, Apollo 8, 24 de dezembro de 1968.



Fonte: Bonfiglioli (2009)

Nos anos 90, a partir dos estudos da ONU sobre as mudanças climáticas, novos conceitos sobre o aquecimento global emergiram, desafiando novamente o modelo de desenvolvimento tradicional e evidenciando a emergência de temas relacionados à sustentabilidade, incluindo os efeitos da urbanização na mudança climática (LONDE et al., 2014; BROCANELI, 2010). Definiu-se, então, o conceito de desenvolvimento sustentável pela Comissão de Brundtland, no qual expressa os objetivos propostos para a sustentabilidade, para a preservação do planeta e condições de habitação da atual população e gerações futuras:

Muitos de nós vivemos além dos recursos ecológicos, por exemplo, em nossos padrões de consumo de energia. No mínimo, o desenvolvimento sustentável não deve pôr em risco os sistemas naturais que sustentam a vida na Terra: a atmosfera, as águas, os solos e os seres vivos. (Organização das Nações Unidas, 2019).

O desenvolvimento sustentável é um conceito que vai além da proteção dos recursos naturais e do meio ambiente, este inclui preocupações em relação à qualidade de vida e as problemáticas sociais. Configura-se, portanto, em um equilíbrio entre os aspectos relacionados ao desenvolvimento econômico, equidade social e proteção ambiental (CABALLERO, 2005 apud JESUS, 2016. p. 5). Em 2015, as Nações Unidas lançaram a Agenda

2030, composta por 169 metas divididas em 17 objetivos de desenvolvimento sustentável (ONU, 2015). Estes objetivos procuram guiar a humanidade em direção a um futuro mais sustentável, através de medidas transformadoras em diversas áreas de importância para a sociedade e o planeta.

A cidade é um ecossistema artificial, resultado da transformação intensa feita pelo homem para adaptar um ambiente natural, organizando nele o espaço ao modo que lhe convém (BROCANELI, 2010). Dessa forma, o impacto do homem sobre o meio ambiente depende de variáveis históricas, como o modo de produção, a estrutura de classes, os recursos tecnológicos e a cultura de cada sociedade ao longo do tempo. No entanto, a ideia de interagir as edificações com o meio ambiente não é algo moderno, e sim, algo que vem sendo resgatado de séculos atrás (SOUSA, 2014) - visão da qual não se pode dar ao luxo de desdenhar futuramente.

### **2.2.1 Arquitetura Bioclimática**

Já era de conhecimento dos antigos mestres das construções que o sol, o vento, a luz e a chuva interferem diretamente nas edificações, fazendo exigências construtivas distintas, de acordo com o local de implantação (ROTTA et al., 2009). Definem-se então, como arquitetura bioclimática as construções que visam relacionar a edificação com o meio ambiente.

Contudo, a revolução industrial, os avanços tecnológicos e a aceleração dos processos de produção mudaram a forma de pensar sobre os modelos de construções. O uso da arquitetura bioclimática, com elementos arquitetônicos e tecnologias construtivas para se adequar ao clima e aos condicionantes naturais, foi perdendo força e, de acordo com Lima (2010, apud NARDIN, 2019, p. 21), se deu início às chamadas soluções arquitetônicas internacionalizadas. Essas práticas internacionais são padronizadas, para poderem ser aplicadas em diferentes tipos de edifícios em diversas partes do mundo. No entanto, o conforto térmico continuou sendo parte das necessidades humanas e, para superar a falta deste, buscou-se alternativas artificiais para resfriamento e aquecimento de ambientes, requerendo um alto consumo energético, levando a uma condição insustentável.

### **2.2.2 Construções Sustentáveis**

A construção sustentável é um conceito construtivo, no qual são promovidas alterações conscientes no que diz respeito à forma de atender às necessidades das edificações e da habitação do homem moderno (JESUS, 2016). Além disso, estas construções surgem a fim de restabelecer e manter a harmonia entre o ambiente natural e o construído, criar

estabelecimentos que confirmem a dignidade humana e estimulem a igualdade econômica.

Ademais, as construções sustentáveis estão em consonância com o desenvolvimento sustentável, abrangendo os objetivos globais determinados pela ONU, em especial os objetivos 11 e 13. O objetivo 11 tem como foco tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis, e o objetivo 13 busca combater a mudança climática e seus impactos. A favor destes objetivos, as construções sustentáveis tem preocupações ambientais relacionadas à economia e eficiência de recursos, à saúde e a biodiversidade, às emissões de gases poluentes e ao ciclo de vida da construção, reduzindo significativamente os impactos negativos causados ao meio ambiente (JESUS, 2016; PASSOS et al., 2019).

Com o objetivo de medir a eficiência dos sistemas na obtenção de construções e edifícios mais sustentáveis, diversos países criaram critérios avaliativos, a fim de emitir as certificações sustentáveis. Estas se constituem como uma ferramenta fundamental para o desenvolvimento e sustentabilidade do meio ambiente, construções, edificações e gestão de processos (JESUS, 2016).

Atualmente, a sustentabilidade é um conceito bem difundido, fator que estimula muitas empresas a se envolverem em ações verdes como estratégia publicitária e para valorização de seus negócios, diferenciando-a dos concorrentes. Uma empresa localizada em um projeto arquitetônico certificado é cada vez mais reconhecida, incentivando o crescimento de empreendimentos sustentáveis (PASSOS et al., 2019).

Assim, nos últimos anos surgiram diversos incentivos às construções sustentáveis (JESUS, 2016). Em 2000 foi fundada a ONG Green Building Council (GBC), a qual chegou ao Brasil em 2007, e hoje encontra-se distribuída em mais de 140 países (PASSOS et al., 2019). No Brasil, denominada Green Building Council Brasil (GBC Brasil), a ONG é a principal responsável pelo crescimento das certificações LEED no país (PASSOS et al., 2019). De acordo com Green Building Council Brasil (2019), hoje eles atendem 4 diferentes certificações (LEED, GBC Brasil Casa, GBC Brasil Condomínio e GBC Brasil Zero Energy), todas com o intuito de realizar sua missão:

Transformar a indústria da construção civil e a cultura da sociedade em direção à sustentabilidade, utilizando as forças de mercado para conduzir a adoção de práticas de *green building* em um processo integrado de concepção, implantação, construção e operação de edificações e espaços construídos, contribuindo para garantir o equilíbrio entre desenvolvimento econômico, impactos socioambientais e uso de recursos naturais, visando a melhoria da qualidade de vida e bem-estar da atual e das futuras gerações (Green Building Council Brasil, 2019).

Em 2007, foi criado o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS), cujo objetivo é implementar conceitos e práticas sustentáveis na construção civil (BROCANELI, 2010). Neste ano, também foi lançado o selo Ecológico para produtos e tecnologias sustentáveis IDHEA-Falcão Bauer (Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica) (PASSOS et al., 2019). E em 2008 é lançado o selo brasileiro de certificação ambiental

AQUA (Alta Qualidade Ambiental), baseado na certificação francesa HQE (Haute Qualité Environnementale).

Dentre as diversas metodologias de avaliação e certificações ambientais existentes, as mais conhecidas mundialmente possuem relações com conforto térmico e eficiência energética nas edificações. Alguns exemplos de certificações citados por Jesus (2016) são:

- BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method): é um método de Avaliação Ambiental de uma instituição inglesa responsável pela criação do selo, em 1992. Abrange 9 categorias nas várias fases do ciclo de vida do edifício, sendo um dos métodos de avaliação mais conhecidos, principalmente no Reino Unido e nos países europeus.
- LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), Estados Unidos, 1996: sistema de avaliação gerido pela organização não-governamental U.S Green Building Council (USGBC), e desenvolvida para ser adotada por empresas construtoras, projetistas de edifícios verdes nos processos de integração, concepção e construção de edifícios;
- SBTool PT (Sustainable Building Tool), Portugal, 2009: sistema de avaliação e certificação sustentável adaptado ao contexto Português, reconhecido pelo consórcio internacional iiSBE (International Initiative for a Sustainable Built Environment) e adequado a partir do SBTool (Sustainable Building Tool) de 2007.

Assim como estas, existem diversas certificações sustentáveis ao redor do mundo, fundamentadas em assegurar o desenvolvimento sustentável, principalmente através do setor da construção civil. Dessa forma, é garantido menor impacto ambiental ao construir novas edificações, além de incentivar a busca por soluções inovadoras que proporcionem melhorias na qualidade de vida da população (JESUS, 2016).

A busca por soluções alternativas para problemas como o elevado consumo energético no mundo tem resgatado a importância de utilizar vegetação no ambiente urbano, demonstrando a potencialidade dos telhados verdes e jardins verticais, visto que essas tecnologias podem ser implementadas nas coberturas e nas fachadas das edificações, se adequando à falta de espaço causada pela urbanização (TOLEDO; SANTOS, 2019).

Além disso, a utilização da vegetação no ambiente urbano traz diversas contribuições, que vão de acordo com os conceitos sustentáveis, desta forma, seu uso em construções é valorizado pelas certificações verdes, através de seus sistemas de pontuação. As certificações LEED, por exemplo, possuem um *Project Checklist*, LEED v4 BD+C, (PASSOS et al., 2019), o qual aborda em seus tópicos de avaliação aspectos como a redução dos efeitos das ilhas de calor (Item Sustainable Sites) e a eficiência energética (Item Energy and Atmospher) promovida pelo empreendimento, benefícios gerados com a ado-

ção de medidas tais como os telhados verdes e os jardins verticais, os quais fazem uso da vegetação (PASSOS et al., 2019).

### 2.3 USO DE VEGETAÇÃO COMO ELEMENTO MODIFICADOR NO MICROCLIMA URBANO

A presença de vegetação nos ambientes urbanos é uma importante estratégia para manutenção da qualidade ambiental das cidades (SCHERER, 2014), atuando como termorregulador microclimático, uma vez que ameniza os extremos da temperatura e promove umidificação do ambiente. Na escala da edificação, conforme avalia Givoni (1998), a vegetação pode representar um modificador da ação dos ventos, favorecendo seu acesso ou resguardando a edificação, dependendo da situação climática de verão ou inverno. Conjuntamente, a exposição ao sol também pode ser alterada, beneficiando a condição de conforto interno e demandando menor consumo de energia para aquecimento no inverno, e resfriamento no verão.

Como já mencionado, as superfícies pavimentadas absorvem, retêm e refletem mais energia solar do que superfícies vegetadas, elevando a temperatura em torno das edificações e ocasionando o fenômeno denominado ilha de calor. Dessa forma, é evidente, e de amplo conhecimento, que o uso de vegetação integrado ao ambiente urbano traz contribuições positivas. De acordo com Mascaró e Mascaró (2005) a vegetação atua nos microclimas urbanos melhorando a ambiência urbana em diversos aspectos. Dentre suas contribuições, tem-se o controle da radiação solar, da temperatura e da umidade do ar, a capacidade de reduzir a poluição do ar, de atuar como barreira acústica, de modificar a velocidade, a direção dos ventos e, ainda, em grandes quantidades, interferir na frequência das chuvas.

Um espaço gramado pode absorver maior quantidade de radiação solar e, por sua vez, irradiar uma quantidade menor de calor que qualquer outra superfície construída, uma vez que grande parte da energia absorvida pelas folhas é utilizada para seu processo metabólico, enquanto em outros materiais toda a energia absorvida é transformada em calor (ROMERO, 2001).

A vegetação absorve gás carbônico para efetuar o processo de fotossíntese, liberando oxigênio e auxiliando na purificação do ar (IZARD; GUYOT, 1980). Este fator tem grande relevância para o ambiente urbano, sendo capaz de reduzir as ilhas de calor e, também, o efeito estufa, que ocorre quando a radiação de onda longa, definida pelo calor que é reemitido dos materiais de construção, fica presa na atmosfera urbana poluída (HOPKINS; GOODWIN, 2011). Johnston e Newton (2004) complementam que a folhagem também contribui na medida em que possui capacidade de capturar partículas em suspensão, como a poeira e os gases poluentes.

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. Nesse processo, a energia do sol é absorvida pela planta, resultando na perda de calor na atmosfera e na umidificação do ambiente. Além disso, 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 (CANTUARIA, 1995; MASCARÓ; MASCARÓ, 2005; SCHERER, 2014).

Segundo Mascaró e Mascaró (2005) o sombreamento é uma das funções mais importantes da vegetação, principalmente em locais de clima tropical e subtropical, cuja finalidade é amenizar o rigor térmico da estação quente. É através do efeito de sombreamento que grande parte da radiação solar incidente nas superfícies dos pavimentos e das fachadas das edificações é interceptada, reduzindo a carga térmica recebida e, conseqüentemente, diminuindo suas temperaturas superficiais e a sensação de calor gerada para seus usuários, tanto pedestres das ruas, quando moradores do entorno.

A qualidade dos espaços públicos depende das condições oferecidas por este, abrangendo questões de nível funcional e de conforto térmico. No caso de oferecerem baixa qualidade, as atividades externas realizadas restringem-se às atividades necessárias. No entanto, quando os espaços públicos oferecem boa qualidade de conforto, todas as atividades exteriores são plenamente exercidas incluindo atividades exteriores opcionais e sociais (GEHL, 2006). Dessa forma, a vegetação é vista como grande aliada dos espaços públicos, a fim de trazer maior conforto térmico, aumentando a sensação de bem-estar. Destaca-se, assim, um importante complemento de um dos maiores paisagistas brasileiro, Roberto Burle Marx:

Com relação aos jardins, é por meio deles que podemos amenizar a nossa vida, tão cheia de altos e baixos, no contexto da civilização industrial. Estou convencido de que o jardim comunal, praça ou parque, terá uma importância maior na nossa vida, na busca de um equilíbrio relativo, dentro dessa instabilidade da civilização (MARX; TABACOW, 2004).

Como o foco desse trabalho é a utilização da vegetação em jardins verticais, o item seguinte apresenta uma melhor descrição desse tipo de sistema.

## 2.4 JARDINS VERTICAIS POTENCIALIDADES E TIPOLOGIA

Atualmente, identificam-se diversos tipos de coberturas vegetais aplicadas em fachadas em todo o mundo, nas quais seus fabricantes ou pesquisadores propõem classificações e denominações variadas, tais como: jardins verticais, fachadas verdes, paredes verdes, paredes vivas, *biowall*, brise vegetal, sistema de vegetação vertical, entre outros. No entanto, é de ampla aceitação o conceito de que jardim vertical abrange todas as formas

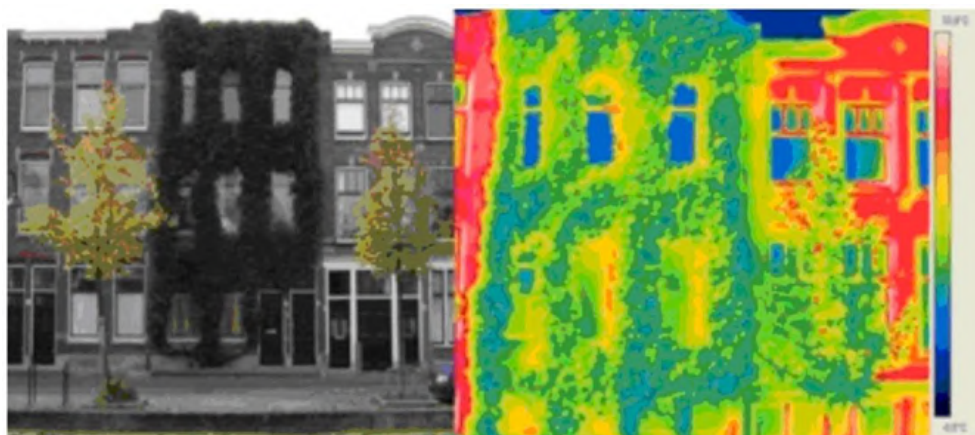
de crescimento e desenvolvimento da vegetação em superfícies delimitadas verticalmente (BARBOSA; FONTES, 2016; SCHERER, 2014; SHARP et al., 2008).

Nessa perspectiva, embasando-se na classificação proposta por Costa (2011, apud SCHERER, 2014) o termo "Jardim Vertical" foi adotado nesta pesquisa como designação genérica para todos os tipos de sistemas de fachadas com vegetação, entendendo que jardim é um artifício humano, sendo, portanto, um elemento de fachada planejado para tal finalidade.

O movimento Art Nouveau, ocorrido predominantemente nos países de língua alemã no início do século XX, influenciou o surgimento do uso dos jardins verticais como elemento funcional e de composição arquitetônica, (SCHERER, 2014). Nesta época, o uso de pérgulas e outras estruturas semelhantes para apoio de plantas trepadeiras já era comum em jardins e parques de todo o mundo, mas foi somente na Alemanha e, de certa forma na França, que as fachadas verdes foram efetivamente incorporadas nas edificações (DUNNETT; KINGSBURY, 2008).

O uso consciente dos jardins verticais surge como uma alternativa à degradação ambiental causada pela urbanização, pois ele busca resgatar os benefícios advindos da existência de vegetação no ambiente em que vivíamos no passado. Os jardins verticais permitem a integração entre edificação e natureza, podem trazer benefícios ambientais, sociais e econômicos, destacando-se a diminuição dos efeitos das ilhas de calor urbanas (OTTELÉ et al., 2011; JESUS, 2016; RAKHSHANDEHROO et al., 2015), a melhoria do desempenho térmico e economia energética da edificação (Figura 2.3) (SCHERER, 2014; PÉREZ et al., 2011), além dos benefícios proporcionados pelo uso de vegetação no ambiente urbano como, por exemplo, o potencial de reduzir a poluição do ar que respiramos e proporcionar maior conexão entre os seres humanos e a natureza. Portanto, os jardins verticais agem de forma a melhorar todo ecossistema, principalmente quando aplicado no ambiente urbano.

Figura 2.3 – Efeito da ilha de calor urbano, representado pela imagem térmica de uma fachada verde



Fonte: Rakhshandehroo et al. (2015).



Ao analisar as potencialidades dos jardins verticais, quando comparado aos telhados verdes, ou à própria vegetação, o efeito dos jardins verticais pode ser superior, principalmente no caso de edifícios com vários pavimentos (PERINI; ROSASCO, 2013; SCHERER; FEDRIZZI, 2014). Esse fato é explicado devido à área de superfície vertical ser geralmente superior, e abranger todos os pavimentos e não somente a cobertura. Desta forma, as superfícies verticais representam uma grande oportunidade para o aumento da massa vegetal nas cidades, além de um vasto território a ser explorado (SCHERER, 2014).

Com os avanços tecnológicos e maior conscientização ambiental, estimulados pelas ações globais da ONU e pelas certificações sustentáveis, os jardins verticais tomaram novas proporções, e hoje estão muito além de simples trepadeiras direcionadas sobre muros. Eles se transformaram em verdadeiros tapetes de vegetação revestindo extensas áreas verticais ao redor do mundo (BARBOSA; FONTES, 2016). Hoje, suas tipologias distinguem-se em inúmeros modelos com diferentes tecnologias envolvidas em sua construção, mas o termo "jardim vertical", de forma abrangente, pode ser categorizado, por unanimidade entre os escritores, em dois tipos principais: fachadas verdes e paredes vivas ou *living walls*. Considerando a complexidade construtiva e de manutenção dessas duas tipologias, elas subdividem-se, respectivamente, em sistema extensivo (de fácil construção e manutenção) e sistema intensivo (de construção e manutenção mais complexa) (PÉREZ et al., 2011).

#### **2.4.1 Sistemas Extensivos**

Os sistemas extensivos (Figura 2.4), ditos de fácil construção e manutenção, incluem as conhecidas fachadas verdes, as quais são um tipo de jardim vertical constituído por espécies de trepadeiras ou pendentes. Esse sistema pode ser subdividido de duas formas: direto, quando a vegetação usa a própria fachada da edificação como suporte, crescendo diretamente na parede de maneira auto aderente, ou indireto, quando crescerem direcionadas por sistemas adjacentes e independentes da parede, com estruturas especialmente projetadas para seu suporte, como as treliças e cabos (BARBOSA; FONTES, 2016; SCHERER; ALVES; REDIN, 2018). Destaca-se que, em ambos os casos, a vegetação pode estar plantada diretamente no solo ou em jardineiras.

Figura 2.4 – Classificação e execução das coberturas vivas de sistema extensivo



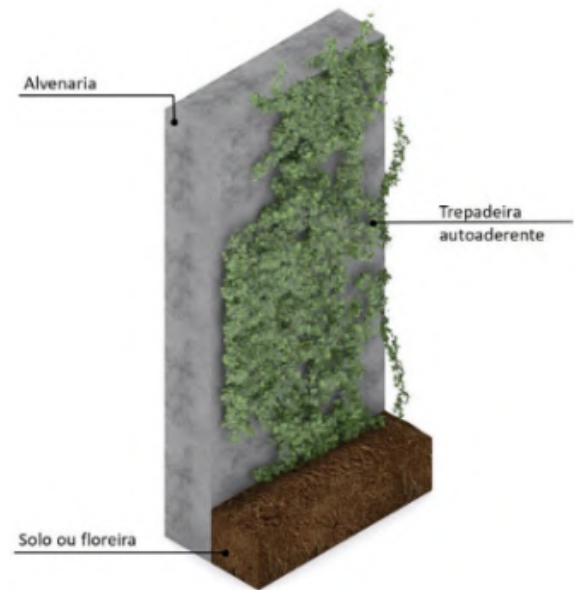
Fonte: adaptado, SCHERER et al. (2018).

#### 2.4.1.1 Sistema direto

As fachadas verdes diretas são a forma mais tradicional de jardim vertical, nas quais uma vegetação trepadeira auto aderente desenvolve-se cobrindo as alvenarias e fixando-se através de raízes adventícias ou gavinhas ramificadas, formando um revestimento que remete a uma pele verde na edificação (Figura 2.5). Neste sistema geralmente a vegetação é plantada diretamente no solo e, por isso, necessita de pouca ou nenhuma nutrição e irrigação. Por outro lado, a manutenção com poda deve ser periódica para evitar o crescimento descontrolado. Algumas das espécies mais comuns são a *tricuspidata* (hera japonesa ou falsa-vinha), *Hedera helix* (hera-inglesa) e a *Ficus pumila* (unha-de-gato ou falsa-hera) (SCHERER; FEDRIZZI, 2014).

Conforme Dunnett e Kingsbury (2008), recomenda-se, para este tipo de sistema, realizar o plantio das mudas na região mais sombreada, pois desta forma seu crescimento naturalmente irá ser direcionado para o restante da superfície, visto que a maioria das espécies auto aderentes tendem a crescer em direção à luz. Deve-se, portanto, observar qual a posição em que as mudas serão plantadas quando o objetivo é o revestimento de fachadas.

Figura 2.5 – Pele verde de crescimento espontâneo e integrado ao projeto arquitetônico



Fonte: adaptado, Scherer, Alves e Redin (2018), Köhler (2008)

#### 2.4.1.2 Sistema indireto

As fachadas verdes indiretas, também denominadas cortinas verdes ou dupla fachada verde, podem ser definidas por sistemas em que a vegetação trepadeira cresce auxiliada por suportes com devido afastamento das paredes (Figura 2.6). É importante destacar que estes sistemas, diferente dos demais, podem ser instalados em frente às aberturas ou regiões envidraçadas do edifício, atuando como elemento de controle solar (SCHERER, 2014).

A vegetação das fachadas verdes indiretas pode ser plantada direto no solo ou em floreiras, no entanto, quando não plantada no solo, são necessários mais cuidados com nutrição e irrigação das espécies. Este sistema também exige uma manutenção com poda, e, para algumas espécies, recomenda-se realizar o transpasse dos caules da planta no entorno dos suportes definidos, para que assim se possa controlar e direcionar o seu crescimento (SCHERER, 2014; SCHERER; ALVES; REDIN, 2018).

Os suportes para o crescimento e fixação das trepadeiras podem variar quanto aos materiais utilizados, a distância entre os apoios, e quanto ao afastamento da parede, distinguindo-se basicamente os sistemas com treliças e os com cabos (Figura 2.6). As cortinas verdes podem ser facilmente aplicadas em estruturas já existentes, e em caso de não compatibilidade da planta com o clima, ou possíveis falhas na implantação, esses podem ser removidos praticamente sem causar danos às estruturas, visto que sua interação com a estrutura do edifício ocorre normalmente na fixação de cabos guias para a sua instalação.

Figura 2.6 – Esquemas de implantação de fachada verde indireta com treliça e cabos



Fonte: adaptado, Scherer, Alves e Redin (2018)

Destaca-se também uma derivação das paredes verdes denominada brise-vegetal, caracterizado pela utilização do sistema de cabos e desenvolvido pela empresa ECOTELHADO (Figura 2.7 e 2.8), a qual possui uma estrutura pré-fabricada para sua implementação (Ecotelhado, 2019). Além disso, a partir de uma pesquisa já publicada (FENSTERSEIFER, 2018), este sistema pode ser modificado de maneira dinâmica, adaptando os materiais utilizados a fim de serem mais econômicos financeiramente, como, por exemplo, substituir os cabos de aço por cordas e utilizar as particularidades da própria estrutura para sua fixação, simplificando sua execução sem comprometer seu desempenho.

Figura 2.7 – Sistema de brise vegetal da empresa Ecotelhado.



Fonte: Ecotelhado (2019)



Figura 2.8 – Exemplo de aplicação de brise vegetal - Ecoparede Fevale



Fonte: Ecotelhado (2019)

#### 2.4.2 Sistemas Intensivos

Os sistemas intensivos (Figura 2.9) são assim denominados por demandarem uma construção mais complexa, com maiores cuidados e custos de execução e manutenção. Normalmente, estes são tratados como elementos estéticos nas fachadas ou em ambientes internos, uma vez que a combinação de diferentes espécies com variados tons de folhagem e floração causam um efeito visual impactante (SCHERER, 2014). As espécies adequadas, apesar de dependerem do clima de cada região, abrangem maior variabilidade que os demais sistemas, geralmente são de pequeno porte, como folhagens, bromélias, samambaias, suculentas, etc. Formam uma parede com grande impacto visual, sendo muitas vezes tratada como obra de arte. Atualmente diversas empresas a nível mundial executam diferentes sistemas de paredes vivas (SCHERER; FEDRIZZI, 2014). Este sistema pode ser executado de maneira contínua ou modular.

Figura 2.9 – Classificação e execução das coberturas vivas de sistema intensivo

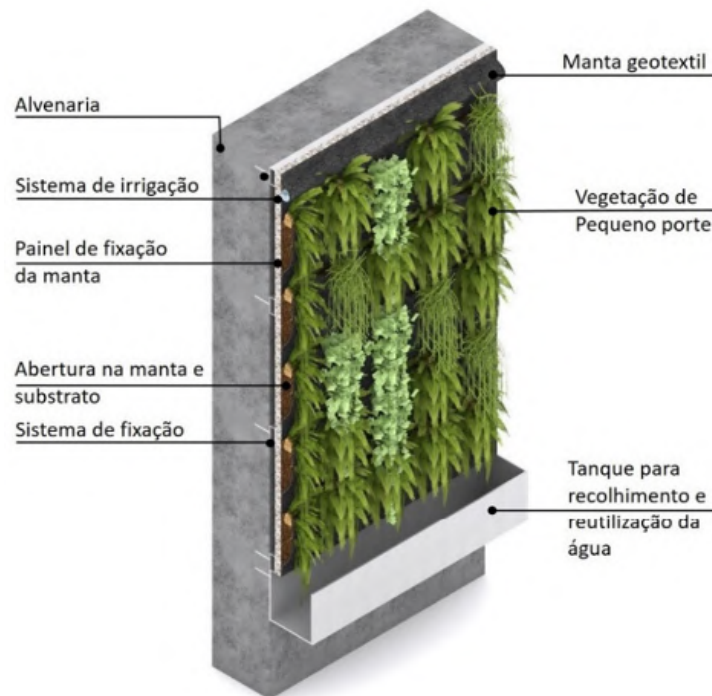


Fonte: adaptado, Scherer, Alves e Redin (2018)

#### 2.4.2.1 Parede viva contínua

A parede viva contínua é composta geralmente por uma manta geotêxtil, fixada nas alvenarias por meio de estrutura metálica, onde a vegetação é inserida em pequenas cavidades (Figura 2.10). As mudas são de pequeno porte, com pouco ou nenhum substrato (sistema hidropônico). Por este motivo, é necessário nutrição e irrigação constante para as espécies (SCHERER; ALVES; REDIN, 2018).

Figura 2.10 – Esquema de implantação de parede viva contínua



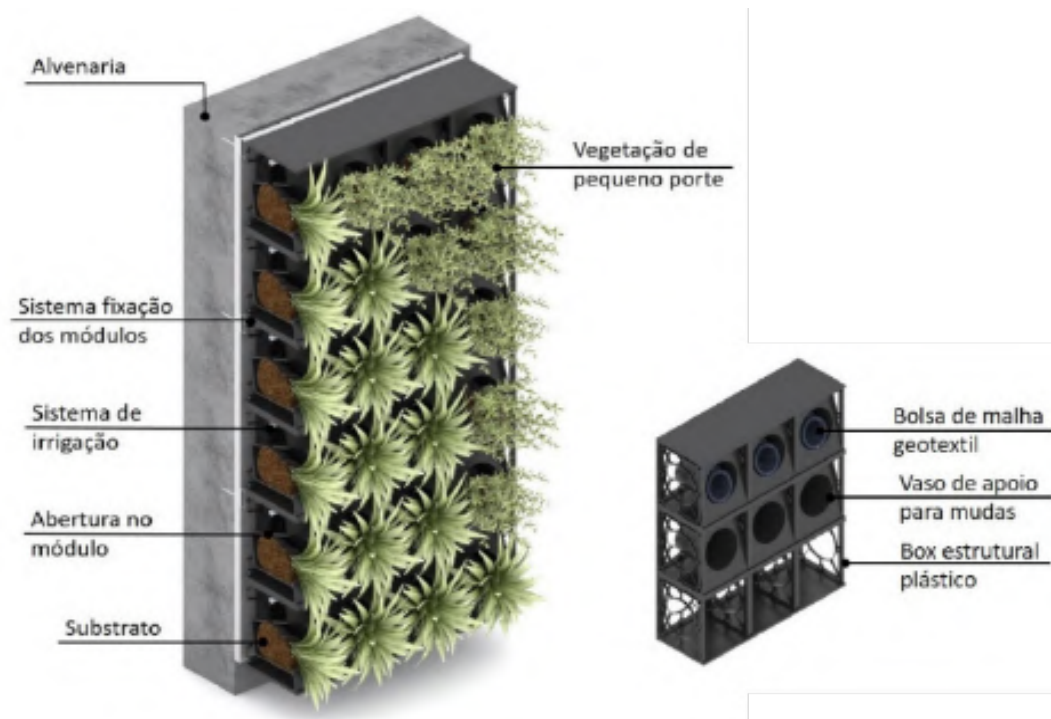
Fonte: adaptado, Scherer, Alves e Redin (2018)

#### 2.4.2.2 Parede viva modular

Para as paredes vivas com sistemas modulares adotam-se módulos especiais, tais como vasos, floreiras, cavidades ou módulos especiais pré-fabricados. Esses módulos servem para acondicionar as plantas e suportar seu desenvolvimento, contendo também o elemento geotêxtil como parte integrante dos módulos. Estes módulos são geralmente fixados nas alvenarias com perfis metálicos e podem ser de materiais e tamanhos variados, como vasos plásticos, blocos cerâmicos com cavidades (Figura 2.11) ou tabuleiros (Figura 2.12). A quantidade de substrato é limitada pelo tamanho do módulo ou cavidade não havendo contato da raiz da planta com o solo na base da estrutura. Como nas paredes vivas contínuas, comumente se adotam o sistema hidropônico, onde não há substrato, somente irrigação com fertilizantes solúveis (SCHERER; ALVES; REDIN, 2018; SCHERER; FEDRIZZI, 2014).



Figura 2.11 – Esquema de implantação de parede viva com módulos tipo tabuleiro



Fonte: adaptado, Scherer, Alves e Redin (2018)

Figura 2.12 – Campus Unisinos Porto Alegre com Jardim Vertical de sistema Modular



Fonte: adaptado, Ecotelhado (2019), Autoria Própria



## 2.5 VEGETAÇÃO EM JARDINS VERTICAIS: ESPÉCIES ADEQUADAS PARA A REGIÃO SUL DO BRASIL

A escolha das espécies a empregar está condicionada a diversos fatores, entre eles podemos destacar as características do clima e da cultura local, o tipo de sistema utilizado, o porte dos edifícios e o desempenho paisagístico e ambiental que se deseja obter. A escolha adequada das espécies influencia no desempenho térmico das fachadas verdes, uma vez que a consolidação da cobertura vegetal e espessura da folhagem alteram o grau de sombreamento (SCHERER; ALVES; REDIN, 2018). Além disso, cada espécie interfere à sua maneira no desempenho térmico das fachadas verdes, de acordo com suas propriedades físicas.

Outro ponto importante está no fato de que a escolha errônea da espécie, em relação a sua resistência ao clima da região, pode acarretar na perda da vegetação necessitando de sua substituição e gastos desnecessários com reposição, colocando em risco toda tecnologia envolvida para construção do sistema. Dessa forma, antes de se avaliar as melhores espécies para a região Sul do Brasil, é essencial buscar o entendimento do clima local, o qual pode ser obtido pela classificação de A. Strahler, (Figura 2.12).

Figura 2.13 – Classificação dos climas no Brasil, classificação de A. Strahler



Fonte: adaptado, Mundo Educação (2018)

Para o sul do Brasil, em regiões de clima subtropical úmido, ou composto, o ideal é a utilização de algumas espécies caducifólias, conhecidas também como "caducas" por perderem suas folhas no inverno (Figura 2.13), permitindo que nos períodos mais frios o sol atinja a fachada e aqueça os ambientes (JOHNSTON; NEWTON, 2004). Além disso, Cantuaria (1995) faz uma observação importante a respeito das espécies com essa característica, destacando sobre a propriedade de adaptação às variações climáticas a curto e

longo prazo, já que, de acordo com o ângulo de incidência dos raios solares e a intensidade da temperatura da primavera, as folhas são reorganizadas, inclinadas ou até mesmo tem seu brotamento antecipado, promovendo, assim, um sombreamento na edificação no momento mais adequado.

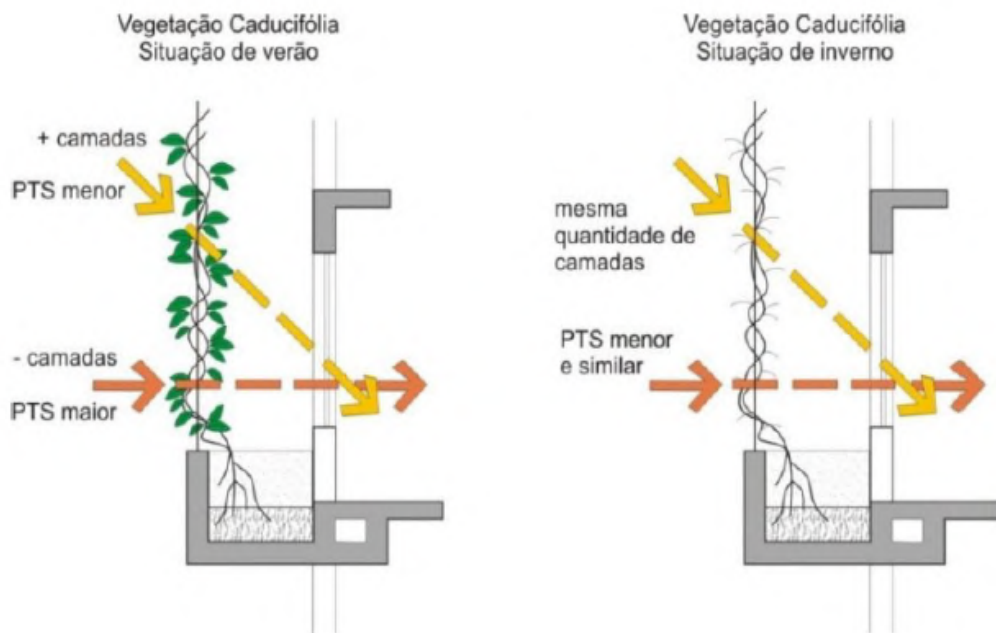
Figura 2.14 – Sazonalidade da glicínia em um sistema de cortinas verdes



Fonte: Scherer (2014)

Rivero (1986) acrescenta que as folhas têm comportamento seletivo frente à radiação solar recebida (Figura 2.14), ou seja, absorvem, refletem e transmitem quantidades diferentes, dependendo do comprimento de onda. Quase a totalidade do que absorvem fica na faixa do espectro visível, necessário para as funções vitais da planta. Desta forma, apesar da quantidade de energia absorvida, a temperatura superficial da folha não é elevada, mantendo-se sempre abaixo da temperatura dos corpos inertes vizinhos.

Figura 2.15 – Passagem da radiação solar em vegetação caducifólia em situação de verão e inverno



Fonte: adaptado, Scherer (2014)

Assim, para a aplicação de jardins verticais para o clima subtropical do Sul do Brasil destaca-se os seguintes aspectos e necessidades (SCHERER, 2014):

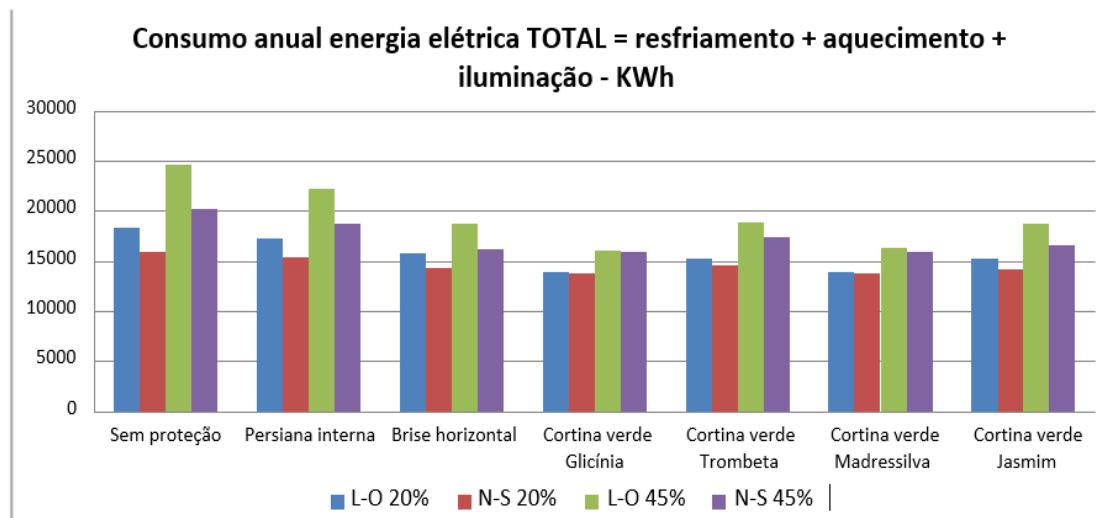
- Adaptação ao clima local, o qual possui verões quentes e inverno rigoroso, apresentando resistência a ambos;
- Grau de fechamento das folhas e sua condição perene ou caducifólia;
- Estrutura e forma de fixação adequada para cultivo em suportes verticais;
- Altura, rusticidade e vigor que a vegetação pode alcançar;
- Plasticidade dos caules, para guiar a planta sobre os suportes e realizar o desenho desejado na fachada.

Alguns exemplos de espécies propícias para este sistema no sul do Brasil são a *Lonicera japonica* (madressilva), *Wisteria floribunda* (glicínia), *Thunbergia grandiflora* (tumbérgia-azul) (SCHERER; ALVES; REDIN, 2018).

Considerando estes aspectos, Scherer (2014) apresenta em suas pesquisas resultados consideráveis quanto ao desempenho do uso das cortinas verdes como sistema de controle solar para edificações localizadas na região Sul do Brasil, mais especificamente em Santa Maria. Em seus resultados, Scherer (2014) mostra que o desempenho das cortinas verdes se destacou na orientação Leste-Oeste.

Neste caso, o uso da espécie glicínia reduziu o consumo total de energia em 35%; seguida da madressilva-creme com 34%; já para a trombeta- chinesa e o jasmim-leite, a diminuição ficou em torno dos 23%, em comparação com uma fachada sem proteções solares. Estes valores podem ser observados graficamente (Figura 2.15), com base em análises do consumo anual total de energia elétrica, considerando o somatório dos sistemas utilizados para resfriamento, aquecimento e iluminação para uma edificação localizada nesta região.

Figura 2.16 – Gráfico do consumo anual total de energia elétrica, para Santa Maria, RS



Fonte: Scherer (2014)

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

A metodologia abordada se direcionou para uma pesquisa-ação, compreendida por possuir a forma de ação planejada de caráter social e educacional. A sua utilização como forma metodológica possibilita condições de investigar sua própria prática de uma forma crítica e reflexiva (InfoEscola, 2004).

Para melhor compreensão dos procedimentos metodológicos, estes dividem-se em materiais e métodos, separados de acordo com os procedimentos necessários para realização deste trabalho.

#### **3.1 MATERIAIS UTILIZADOS**

Os materiais utilizados foram separados de acordo com seu uso nas atividades envolvidas, em exceção os programas computacionais utilizados, estes foram usados em diversas situações e portanto encontram-se citados em um único item ao final desta seção.

##### **3.1.1 Materiais utilizados na visita técnica às escolas**

Durante as visitas técnicas foram utilizados os seguintes materiais (Figura 3.1)

- Trena Tramontina 5m;
- Máquina fotográfica Nikon Coolpix P510;
- Câmera térmica, modelo IR0006,  
Resolução: 320x240; Alcance: -20°C 300°C; Precisão +/- 2% ou +/-2°C.

Figura 3.1 – Materiais utilizados na visita técnica às escolas



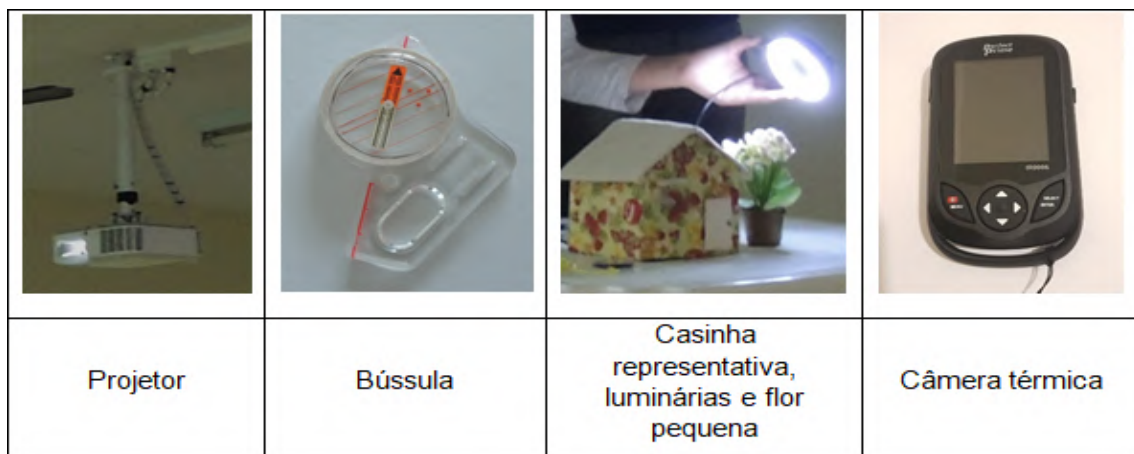
Fonte: Autoria própria

### 3.1.2 Materiais utilizados na palestra educativa

Nas palestras educativas os materiais utilizados foram (Figura 3.2):

- Projetor (para apresentação da palestra);
- Bússola;
- Projetor Epson;
- Luminária;
- Casinha representativa;
- Flor de pequeno porte;
- Câmera térmica, a mesma utilizada na visita técnica.

Figura 3.2 – Materiais utilizados na palestra educativa



Fonte: Autoria própria.



### 3.1.3 Materiais utilizados na montagem dos brises vegetais

Para a montagem dos brises vegetais, foram utilizados as seguintes ferramentas (Figura 3.3) e materiais (Figura 3.4).

- Furadeira com broca especial;
- Escada;
- Pazinhas específicas para a jardinagem;
- Regadores;
- Tesoura.
- Corda elástica 6mm preta;
- Tonéis reciclados de 100L (advindo de produtos alimentícios);
- Mudas de Glicínia azul (*Wisteria Sp*), aprox. 1,40m de altura;
- *Pallets* (Paletes) de madeira reciclados;
- Manta Geotêxtil (Bidin);
- Brita graduada simples (confirmar);
- Sacos para silagem (armazenamento e transporte da terra);
- Terra.

Figura 3.3 – Ferramentas utilizadas para montagem dos brises vegetais



Fonte: Autoria própria.

Figura 3.4 – Materiais utilizados para montagem dos brises vegetais

			
Corda elástica	Tonél reciclado	Muda de Glicínea	Pallet de madeira
			
Manta Geotêxtil	Brita graduada	Sacos p/ silagem	Terra utilizada

Fonte: Autoria própria.

### 3.1.4 Programas computacionais utilizados (*softwares e aplicações*)

- SketchUp (Modelagem 3D);
- V-Ray (Renderização);
- Adobe Photoshop 2017 (Arte para cartilha);
- Power Point (Apresentações);
- Microsoft Excel (Planilha de custos).



## 3.2 MÉTODOS

### 3.2.1 Captação de recursos

A captação dos principais recursos necessários para o desenvolvimento da ação foi obtida a partir da inclusão deste trabalho como parte de um projeto denominado "Mulheres na Engenharia". O projeto tem por objetivo incentivar a atuação de meninas estudantes, do ensino fundamental e médio, nas áreas de ciências exatas, engenharias e computação, a fim de melhorar a relação da universidade com a comunidade e estimular o protagonismo social. Dessa forma, ele busca desenvolver atividades junto às escolas participantes, tais como, oficinas, palestras, cursos e aulas práticas. São sete cursos de engenharia, pertencentes ao Centro de Tecnologia (CT), participando em conjunto com cinco escolas públicas, as quais encontram-se em regiões da periferia do Município de Santa Maria, algumas com alta vulnerabilidade social. Além disso, o projeto possibilita às alunas da graduação a oportunidade de sair do ambiente universitário e de atuar de forma mais integrada com a sociedade.

Assim, a inclusão da ação no projeto Mulheres na Engenharia ocorreu com o propósito de atender seus objetivos, utilizar seus vínculos existentes com as escolas da região e receber um financiamento para realização das atividades. Logo, com o intuito de melhorar o ambiente escolar, o conforto térmico, proporcionar experiências positivas e incentivar a conscientização ambiental, aplicou-se uma ação envolvendo a implementação de um sistema de jardins verticais.

### 3.2.2 Definição do sistema de jardim vertical utilizado

O sistema de jardim vertical adotado para realização da ação foi definido por questões de custos e complexidades de execução e manutenção. Desta forma optou-se por utilizar o sistema extensivo indireto, conhecido como cortinas verdes, devido à vegetação trepadeira crescer auxiliada por suportes e afastada das paredes. Além disso, adotou-se o termo brise vegetal (ou brises vegetais) para se designar o tipo de estrutura utilizada, em razão de se optar pelo uso de cordas como suporte, conforme abordado no item 2.4.1 da revisão teórica.

Com o propósito de escolher um local apropriado para implantação dos brises vegetais definiu-se três escolas, entre as participantes do projeto Mulheres na Engenharia, para realização de uma visita técnica preliminar à execução do projeto.

### **3.2.3 Visita às escolas e identificação do local apropriado**

Foram realizadas visitas técnicas às escolas com o objetivo de identificar ambientes com baixo conforto térmico no verão, e com condições suficientes para aplicação dos brises vegetais. A fim de investigar a viabilidade técnica para implantação do brise vegetal, observou-se durante as visitas os seguintes aspectos:

- Paredes com alta incidência solar;
- Visibilidade das paredes;
- Altura das paredes, visto a sua relação com o custo e complexidade de execução;
- Disponibilidade das escolas para manutenção do sistema.

Após definido um local viável para implantação dos brises-vegetais realizou-se, ainda no dia da visita técnica, uma breve reunião com a direção da escola escolhida. A reunião teve como objetivo explicar a importância da ação, seus benefícios para o ambiente escolar e ouvir as restrições e as demandas da escola. Além disso, realizou-se, também neste dia, um levantamento métrico e fotográfico do local escolhido, com uso de câmera convencional e câmera térmica.

### **3.2.4 Definição do projeto adequado**

#### *3.2.4.1 Escolha da vegetação*

Para que fosse viável a implantação do sistema de brise vegetal, já escolhido na primeira etapa, buscou-se identificar a melhor espécie de planta para utilizar na montagem dos brises vegetais, para isso, consideraram-se principalmente aspectos climáticos da região sul do Brasil. A escolha da espécie embasou-se em resultados de pesquisas anteriores, com aspectos climáticos da cidade de Santa Maria ou semelhantes, conforme referencial teórico.

#### *3.2.4.2 Elaboração do projeto a partir da modelagem 3D*

Para melhor visualização e apresentação para os responsáveis por autorizar a ação e para uma pré-liberação da verba, tornou-se necessário realizar um projeto de engenharia a partir de modelagem 3D. Esse projeto foi desenvolvido com o uso do programa SketchUp,

no qual foram introduzidas as medidas do ambiente escolhido, previamente obtidas no levantamento realizado no dia da visita à escola.

Por fim, foi realizada as renderizações do projeto modelado, fazendo a conversão de um 3D para uma representação em 2D, a fim de obter imagens estáticas da estrutura modelada. Para esse processo utilizou-se o *software* V-Ray, como aplicativo do programa de modelagem descrito anteriormente, o SketchUp.

### **3.2.5 Cronograma de execução**

O desenvolvimento e execução da ação deste projeto teve duração total de apenas dois meses, setembro e outubro de 2019, limitada pelo prazo de entrega deste trabalho de conclusão de curso. Desta forma, conceitos de engenharia civil relacionados ao cronograma de execução de obra e suas complexidades foram abordados, principalmente devido o projeto possuir dependência em relação a fornecedores para aquisição dos materiais e dada a necessidade de orçamentação para liberação da verba, além de diversos imprevistos e o elevado número de pessoas envolvidas.

Assim, um cronograma de médio e curto prazo foi elaborado e alterado quantas vezes fosse necessário, levando em consideração possíveis atrasos e imprevistos. A exemplo a data de de execução dos brises vegetais, denominada dia da ação, a qual primeiramente foi definida para ser realizada na primeira quinzena de outubro, e sofreu um pequeno atraso, ocorrendo no dia 24 do mesmo mês, mas ainda dentro do prazo previsto.

### **3.2.6 Reuniões para aprovação**

Após concluir as etapas anteriores, necessitou-se realizar as seguintes reuniões:

- Reunião com o responsável em aprovar a realização da ação como parte do projeto Mulheres na Engenharia, incluindo apoio financeiro.
- Reunião com a direção da escola.

Para reunião com o responsável pelo projeto Mulheres na Engenharia foram apresentados de forma objetiva os custos estimados para execução da atividade e as imagens renderizadas. Na reunião com a escola realizou-se uma apresentação mais formal, com duração de 30 minutos, com imagens do projeto modelado e com fotografias retiradas no dia da visita, incluiu-se também explicações da planta a ser utilizada e do sistema de jardins verticais escolhido. Além disso, apresentou-se um cronograma pré-definido das atividades a serem executadas e possíveis datas de execução, o qual foi discutido e adequado de forma a atender os interesses de todos os envolvidos.

Na reunião com os professores ficou definido a realização de uma palestra educativa a fim de envolver os alunos no processo de implementação do brise vegetal, além de transmitir conhecimentos a respeito do desenvolvimento sustentável e da conscientização ambiental. Foi determinado que as palestras educativas iam ser ministradas para os alunos no período da manhã do dia definido como "Dia da Ação", seguida com a entrega de um material didático: uma cartilha denominada "Meu Brise Vegetal".

No período da tarde ficou decidido que seria finalizada a implantação dos brises em conjunto com um grupo de meninas, a fim de ensiná-las a replicar o sistema e incentivá-las na busca pelo conhecimento e pelo interesse em questões sustentáveis. Além disso, definiu-se, a partir de um cronograma, o dia para realização da ação, denominado Dia da Ação, e um dia para uma pré-montagem dos brises, denominado Pré-Ação.

### **3.2.7 Obtenção dos materiais necessários**

Para a compra dos materiais utilizados priorizou-se soluções econômicas e sustentáveis, sempre que possível. Assim, para os recipientes de sustento da vegetação (vasos), fez-se uso de tonéis de plásticos de 100l encontrados em uma loja de materiais reciclados, os quais antes eram utilizados como embalagem de concentrado usado no preparo de ração. Para dar o acabamento externo foram construídas, a partir de *pallets* reciclados obtidos por doação, caixas de madeira (cachepôs sem fundo), as quais foram feitas por um funcionário da escola.

Para os materiais pagos com recursos do projeto Mulheres na Engenharia necessitou-se realizar três orçamentos de diferentes fornecedores para cada tipo de material, de forma que a compra deveria ocorrer, obrigatoriamente, do fornecedor que apresentasse o menor preço. Para o pedido dos orçamentos foi necessário que estes fossem carimbados e incluíssem o número do projeto registrado no Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), seguido pelo nome da pessoa responsável por autorizar a liberação da verba.

Devido o cronograma realizado para implantação do brise-vegetal estar limitado pelo prazo de apresentação desta pesquisa, foi essencial confirmar sempre com os fornecedores se a data de entrega do material estava dentro do tempo programado, caso contrário, necessitou-se excluir tal fornecedor. Além disso, alguns fornecedores também foram excluídos, pois não aceitariam pagamento com cartão, método de pagamento exigido pelo projeto. A compra dos materiais com esse procedimento teve a necessidade de ser realizada juntamente com a responsável pela verba, e o fornecedor teve que emitir uma nota fiscal datada no mesmo dia da compra. O pedido da corda utilizada no projeto foi feito através do Gabinete de Projetos da UFSM (GAP). Primeiramente, solicitou-se 100m de corda, pois estava previsto a utilização estimada dessa quantidade. No entanto, o al-

moxarifado da UFSM possuía apenas 32 metros disponíveis, sem previsão de reposição, desta forma o projeto teve que ser adaptado para a quantidade de corda disponível.

O pedido de terra foi feito no setor de manutenção da Pró Reitoria de Infraestrutura da UFSM (PROINFRA), o qual foi realizado através de um formulário (Apêndice), sendo solicitados 800l de terra, um valor um pouco acima do previsto, a fim de evitar imprevistos. Para retirada desta terra necessitou-se realizar a compra de sacos para silagem, para armazenagem e transporte.

Foi solicitado a utilização de alguns equipamentos e ferramentas pertencentes à escola escolhida, visto esta possuir disponível para uso. Dentre elas inclui-se: escadas, furadeira, pazinhas específicas para a jardinagem, regadores, pincel atômico.

Para o pedido do material impresso, a cartilha *Meu Brise Vegetal*, foi necessário realizar um orçamento na imprensa universitária da UFSM (Apêndice X), no qual foram solicitados 100 *flyers*, com papel couché brilho 150g, tamanho A4 (ou 50 folhas tamanho A3). Em seguida, foi necessário solicitar aprovação da verba para a secretaria do Centro de Tecnologia (CT).

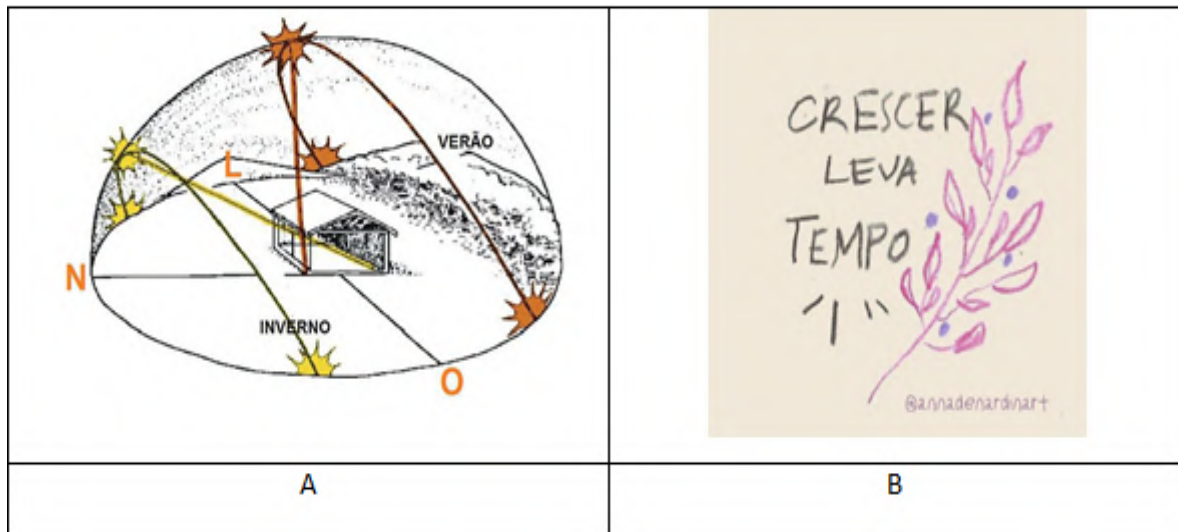
Os demais materiais e ferramentas foram obtidos de maneira independente, comprados em lojas específicas, a fim de agilizar o processo, principalmente devido a questão burocrática da verba disponível.

### **3.2.8 Desenvolvimento da Cartilha *Meu Brise Vegetal***

Para o desenvolvimento da cartilha denominada "*Meu Brise Vegetal*", utilizou-se o programa Adobe Photoshop, versão 2017. As imagens utilizadas na arte da cartilha foram retiradas das seguintes fontes:

- Dica 1: Imagem descritiva do trajeto do sol, (Figura 3.1, item A) Site da empresa Portal Solar (2018).
- Dica 4: Imagem representativa do transpasse dos caules no entorno da corda: Fotografia retirada pelo próprio autor e recordada com o uso do programa Adobe Photoshop.
- Dica 5 (Figura 3.1, item B): Desenho artístico da Anna Clara De Nardin, (Annadenardinart, 2019), a qual autorizou seu uso. Se optou pela utilização deste desenho com o intuito de valorizar o trabalho desenvolvido por mulheres e pela viabilidade de seu uso na cartilha, visto a perfeita conexão entre a imagem e o conhecimento que se pretendeu transmitir.
- As três últimas imagens no verso da cartilha foram retiradas da revisão bibliográfica realizada neste trabalho, devidamente referenciadas.

Figura 3.5 – Imagens utilizadas na cartilha Meu Brise Vegetal A) Representação do trajeto do sol, nas estações de inverno e verão e B) Desenho artístico "Crescer leva tempo"



Fonte: A) Portal Solar (2018) e B) Annadenardinart (2019)

- As demais imagens utilizadas são vetorizadas, as quais foram encontradas no site freepik.com (Freepik, 2019).

### 3.2.9 Elaboração da palestra educativa

Na reunião onde foi discutido o dia da ação, decidiu-se que a palestra educativa seria realizada 3 vezes consecutivas, abordando o mesmo conteúdo, mas para turmas diferentes do 6º ano do ensino fundamental, com idade em torno de 11 e 13 anos. Foi decidido dividir as turmas, pois, assim, se tem uma menor quantidade de alunos por palestra ministrada, facilitando a interação com estes e a execução das atividades previstas. As palestras tinham como objetivo incluir a participação dos alunos o máximo possível, sendo assim fez-se uso de perguntas, dinâmicas, e materiais para demonstrações visuais.

As palestras foram realizadas no turno da manhã, em razão de disponibilidade, e com uma duração de aproximadamente 40 minutos, a fim de se adequar as atividades e períodos da escola. Como processo metodológico utilizou-se para realização da palestra o programa Power Point, utilizando na apresentação muitas imagens e gifs, os quais tinham objetivo de deixar a apresentação mais atrativa para os alunos. A fim de simular o trajeto do sol, utilizou-se uma casinha representativa, uma luminária que representava o sol e uma flor pequena, usada para simular o brise. Também se utilizou uma bússola para exemplificar as orientações geográficas e, a partir desta, a orientação solar, demonstrando qual a orientação das fachadas com mais potencial para instalação de um brise vegetal. .

Por fim, ao final da palestra foi utilizada uma estratégia de participação dinâmica.

Foi utilizada a metodologia do "complete a frase" do Cebolinha, personagem infantil da Turma da Mônica. Nesta atividade foi colocado o início de uma frase no telão e os alunos tinham que completá-la de forma que fizessem sentido, sendo que sempre que tivesse uma palavra com "r" deveriam substituí-la por "l". Esta dinâmica foi abordada de diferentes maneiras, dependendo da desenvoltura da turma: na primeira turma formaram-se duplas e trios para que praticassem entre eles, já na última turma a atividade foi realizada em conjunto com o ministrante da palestra, de forma que todos os interessados em completar a frase respondiam em voz alta.

As palestras tinham como principal objetivo ensinar os alunos sobre os benefícios do brise vegetal e como cuidar destes. No entanto, como se tratava de alunos de um bairro carente, buscou-se também incentivá-los a continuar estudando e a cursarem uma graduação. Como estratégia, levou-se então a ideia de que a partir da universidade eles podem realizar sonhos que muitas vezes pensavam não serem possíveis, como viagens para o exterior, ou algo ainda mais profundo, como a reflexão de que eles podem fazer a diferença no mundo.

Para abordar o tema a respeito de conforto térmico, mostrou-se pra eles imagens térmicas retiradas no ambiente escolar, uma pistola com termômetro e, no final, tirou-se fotos dos alunos com a câmera térmica, demonstrando as diferentes temperaturas do corpo humano.

### **3.2.10 Implantação e montagem dos brises vegetais**

A montagem dos brises vegetais dividiu-se em dois dias, sendo a pré-montagem realizada no dia da pré-ação, com instalação das cordas em 5 dos 6 brises previstos, sendo que o sexto ficou para ser feito no dia da ação como método de ensino para as meninas participantes.

No dia da pré-ação realizou-se, então, parte da montagem dos brises-vegetais, adotando os seguintes etapas:

1. Corte e lavagem dos tonéis reciclados;
2. Transporte do material para o local da atividade;
3. Realização dos furos na base dos tonéis;
4. Realização dos furos nas alças dos tonéis para amarração da corda;
5. Colocação da Brita graduada nos tonéis;
6. Colocação da Manta Geotêxtil sobre a brita graduada;
7. Colocação de parte da terra a ser utilizada sobre a Manta Geotêxtil;

## 8. Fixação da corda nos tonéis e na estrutura.

No dia definido como "Dia da Ação", foram planejadas atividades em ambos os períodos, manhã e tarde, as quais seguiram a seguinte metodologia:

Período da manhã:

- Realização de 3 palestras consecutivas;
- Entrega do material denominado "Meu Brise Vegetal" aos professores, os quais ficaram responsáveis por distribuir entre os alunos em um momento oportuno, em exceção àqueles que participaram das atividades realizadas no período da tarde.

Período da tarde:

- Explicação sobre a necessidade de realizar os passos 1, 2, 3 e 4 descritos na pré-montagem, apresentando os materiais utilizados.
- Realização dos passos 5, 6 e 7 para o brise vegetal faltante, fazendo as explicações necessárias.
- Separação das meninas em 6 grupos, designando uma muda da planta por grupo.
- Plantio das 6 mudas de Glicínia, simultaneamente, nos seus respectivos vasos (tonéis), a partir dos grupos formados, cortando e retirando a embalagem provisória com auxílio de uma tesoura.
- Preenchimento dos tonéis com terra utilizando pazinhas específicas para a jardinagem e alternando com regas (com uso de regadores).
- Transpasse dos caules e folhas das mudas, ensinando os alunos como e por que o devem fazer.
- Escrita dos nomes das alunas nos brises respectivos a cada grupo, designando um nome para cada planta, para esta atividade foi utilizado pincel atômico fornecido pela escola.
- Finalizações, incluindo fotos e distribuição da cartilha Meu Brise Vegetal.



## 4 RESULTADOS

### 4.1 VISITA TÉCNICA: ESCOLA E LOCAL ESCOLHIDO

As visitas técnicas foram realizadas nos dias 16 e 18 de setembro de 2019 nas seguintes escolas: Escola Marista Santa Marta, Escola Dom Luiz Sartori e EEEB Professora Margarida Lopes.

Ao final dessas visitas, foi escolhida como local para aplicação do projeto a Escola Marista Santa Marta. Durante a visita a esta escola foi identificada uma sala de jogos que possuía alta incidência solar em uma das paredes. Esta sala é situada em um dos pátios da escola, demonstrando boa visibilidade por parte dos alunos e professores, visto que esse ambiente é utilizado no intervalo das aulas. Ademais, os próprios alunos destacaram que no verão a sala não possui um conforto térmico adequado, além desta não possuir ar-condicionado, inibindo seu uso durante o verão. Também foi identificado, visualmente e por medições, que a altura da parede de interesse possui era adequada para instalação dos brises-vegetais.

O dia da visita estava nublado, apresentando uma temperatura entre 16°C e 31°C e, no momento da visita em torno de 28°C, a qual foi realizada entre as 10h30 e 12h. Apesar do tempo nublado e da estação ser primavera, foi identificada uma temperatura elevada na parede, a partir de fotografias realizadas com a câmera térmica (Figura 4.1).

Figura 4.1 – Imagens térmicas realizadas do local escolhido para implantação do brise vegetal



Fonte: Autoria própria

A partir das imagens térmicas, foi possível identificar as diferentes temperaturas existentes no ambiente interno e externo à sala de jogos, sendo possível, assim, identificar que a temperatura superficial de cada material era diferente. Logo, como apresentado no referencial teórico, os materiais que possuem maior capacidade de absorção da radiação solar, como os tijolos, o concreto e o telhado, foram os que apresentaram temperaturas superiores. Já a vegetação, como a árvore, a qual é encontrada na imagem térmica em coloração azulada, possui, de acordo com a escala de cores, menor temperatura, demonstrando seu potencial em relação a capacidade de absorção de radiação solar e, conseqüentemente, quanto ao conforto térmico.

Assim, com o uso da câmera térmica foi possível mostrar à direção da escola a necessidade e possibilidade do uso de vegetação para reduzir a temperatura da parede, e conseqüentemente da área interna, além do efeito estético a ser alcançado, uma vez que o pátio da escola possuía pouca vegetação. Logo, as imagens das câmeras térmicas foram apresentadas na reunião da escola e na apresentação da palestra educativa a fim de explicar o conceito de conforto térmico e o objetivo da implantação dos brises vegetais.

Também foi levado em consideração o fato de a escola ser bem estruturada, com funcionários já destinados a manter o ambiente limpo, sendo esses responsáveis por varrer o pátio, de forma a atender uma das necessidades dos brises no período de inverno, quando as folhas caem em quase sua totalidade. Além disso, os funcionários já realizavam rega constante de outras flores e folhagens, garantindo assim, também, a rega adequada das plantas pertencentes ao brise vegetal a ser instalado. A escola também possui uma composteira a qual é trabalhada na aula de ciências proporcionando a oportunidade de utilizá-la para adubação das plantas. Por fim, a escola e os alunos se mostraram abertos a cuidar do brise vegetal em todos seus aspectos e exigências, incluindo também a orientação dos galhos em torno da corda, a qual precisa ser realizada com frequência, para que esta cresça na direção desejada.

A escola apresentou restrições técnicas quanto a implantação dos brises vegetais, em específico o fato das janelas da sala de jogos serem utilizadas nos dias de festa junina como balcão para venda de alimentos típicos. Desta forma, foi solicitado que as aberturas das janelas não fossem bloqueadas pelo brise vegetal, permitindo o acesso a elas pela parte interna e externa ao ambiente. Logo, foi necessário realizar uma distribuição adequada dos brises atendendo às necessidades da escola.

#### **4.1.1 Apresentação da escola escolhida e dados do levantamento realizado na visita técnica**

**Nome da escola:** Marista Santa Marta **Localização:** Bairro Nova Santa Marta, na região oeste de Santa Maria **Data da visita:** 16/09/19, entre 10h30 e 12h **Clima:** Nublado

**Descrição da Escola:** Integrada a Rede Marista. Instalada, desde 1998, no, a instituição celebrou, em 2018, 20 anos dedicados à educação. Junto com o Centro Social Marista Santa Marta, a Escola é a concretização dos sonhos de São Marcelino Champagnat: oferecer uma educação de qualidade a crianças e jovens, preferencialmente aos mais necessitados. Atualmente, atende gratuitamente cerca de 900 estudantes da Educação Infantil ao 9º ano do Ensino (RedeMarista, 2019).

**Local escolhido para implantação do Brise Vegetal:** Sala de Jogos (Figuras 4.2), Este ambiente é localizado no pátio da escola, o qual é utilizado no intervalo das crianças (Figura 4.3);

**Dimensões da parede escolhida:**

- Extensão: 21m
- Altura: 2,5m
- Largura dos pilares: 0,2m
- Dimensões da janela: 1,00m de altura e 2,40m de largura
- Abertura da janela: 1,00m de altura e 1,40 de largura

**Detalhes da estrutura:** Parede de tijolo aparente, esquadrias de vidro, existência de suportes para o telhado, o qual permitiu a fixação da corda utilizada nos brises vegetais.

Figura 4.2 – Sala de jogos A) Ambiente interno B) Parede externa



Fonte: Autoria própria

Figura 4.3 – A) e B) Pátio da escola sob diferentes angulações



Fonte: Autoria própria

## 4.2 DEFINIÇÃO DO PROJETO ADEQUADO

### 4.2.1 Escolha da vegetação

O clima de Santa Maria, devido possuir estações bem definidas, demonstrou ter grande potencial para o uso de espécies caducifólias, em especial a Glicínia (Figura 4.4), conhecida como *Wisteria sp*, devido sua capacidade de sombreamento, conforme citado no item 2.5 do referencial teórico. Escolheu-se, então, utilizar essa espécie de planta por atender às necessidades para implantação do brise vegetal e pela facilidade de encontrá-la no mercado, adotando a espécie conhecida popularmente como Glicínia azul.

Figura 4.4 – Exemplos da aplicação da trepadeira glicínia (*Wisteria sp*) sobre fachadas de edificações



Fonte: adaptado, Canvas Pro (2019)



### 4.2.2 Projeto 3D modelado

O desenvolvimento do projeto tridimensional da sala de jogos seguiu os métodos abordados anteriormente, como resultado tem-se algumas imagens 2D das renderizações realizadas (Figura 4.4) com uso dos softwares SketchUp e V-Ray.

Figura 4.5 – Renderização do projeto modelado, em diferentes perspectivas



Fonte: Autoria própria

Como suplemento para representação deste projeto, foi utilizado o bloco referente à espécie já definida na etapa anterior, *Wisteria Sp*, que foi retirado do site 3dwarehouse, assim como os vasos (cachepô) de madeira, que visam representar caixas feitas com pallet, visto ser um material mais sustentável e acessível economicamente. Os bancos utilizados na modelagem foram baseados nos próprios bancos da escola, a fim de proporcionar melhor visualização do projeto finalizado, por parte dos professores e alunos.

### 4.3 CUSTOS TOTAIS DOS MATERIAIS UTILIZADOS

Os materiais utilizados na ação encontram-se no quadro 4.1, com seus valores unitários, apresentando também o valor total do investimento para realização da ação.

Quadro 4.1 – Custos totais dos materiais utilizados

Custos Totais da instalação dos brises vegetais					
Material/Serviço	Recurso utilizado	Quantidade	Valor Unitário	Valor total	
Mudas Glicínea Azul - aprox. 1,40m	Projeto Mulheres na Engenharia	6 unidades	R\$ 45,00	R\$ 270,00	
Tonéis reciclados 100l	Projeto Mulheres na Engenharia	6 unidades	R\$ 60,00	R\$ 360,00	
Impressão da cartilha (Frente e Verso)	Centro de Tecnologia (CT) - UFSM	125 unidades	R\$ 2,00	R\$ 250,00	
Corda Elástica 6mm preta	*GAP - Almoxarifado da UFSM	32m	R\$ 1,99	R\$ 63,68	
Terra/ Substrato Orgânico	**PROINFRA - UFSM	19 sacos (0,75m <sup>3</sup> )	R\$ -	-	
Pallets de madeira reciclado	Escola Marista Santa Marta	15 unidades	R\$ -	-	
Sacos de Rafia 60kg	Recurso próprio	19 sacos	R\$ 2,50	R\$ 47,50	
Corte dos tonéis reciclados	Recurso próprio	6 unidades	R\$ 3,00	R\$ 18,00	
Lavagem dos tonéis reciclados	Recurso próprio	6 unidades	R\$ 5,00	R\$ 30,00	
Brita graduada simples	Recurso próprio	0,3m <sup>3</sup>	-	R\$ 38,00	
Manta Geotêxtil (Bidim)	Recurso próprio	2,5m	-	R\$ 15,00	
<b>TOTAL</b>				<b>R\$ 1.092,18</b>	
*Gabinete de projetos do Centro de Tecnologia da UFSM					
**Pro-reitoria de Infraestrutura da UFSM					
Obs: Não estão inclusos os custos de transporte de material e locomoção.					

Fonte: Autoria própria

#### 4.4 REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES NA ESCOLA

##### 4.4.1 Reuniões

Como resultado da reunião com a professora responsável pelo projeto Mulheres na Engenharia tem-se a aprovação para execução da ação e implantação dos brises vegetais, com a disponibilização de uma verba para obtenção dos materiais, em especial as mudas e os vasos para plantio, além do auxílio para obtenção dos recursos advindos da UFSM. Também, ficou acordado nesta reunião que seria realizado ao menos uma das atividades previstas com a participação de apenas meninas, devido exigências do projeto.

A reunião com a direção da Escola Santa Marta também foi bem sucedida, com aprovação para execução das atividades e definição de um breve cronograma, com as principais datas: Dia da pré-ação: 22/10/2020; Dia da Ação: 24/10/2020; Elaboração das caixas de madeira pelo funcionário da escola: Dias 28 à 31/10; Visitas para acompanhamento dos brises vegetais: em torno de 15 dias após o dia da ação.

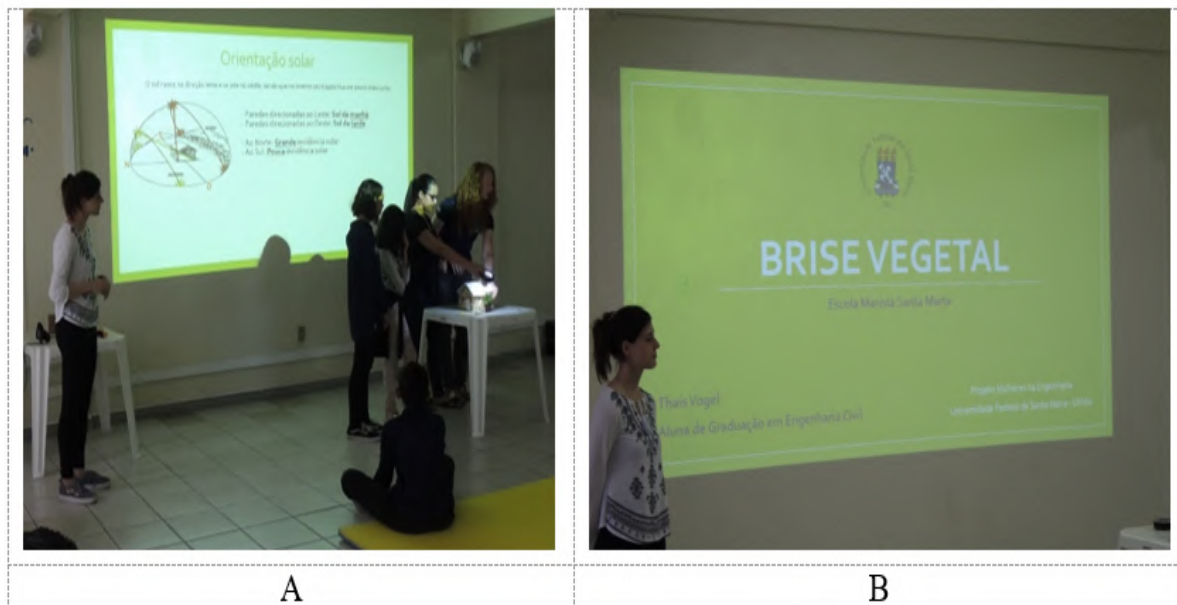
Além disso, foi salientado que a escola possuía uma área com uma cerca de arame liso, na qual ficaria adequado o uso de alguma espécie de trepadeira, dessa forma, foi

proposto o uso de jasmim-dos-poetas, os quais não são o foco deste trabalho, mas deve-se destacar devido estes estarem inclusos no orçamento das mudas, os quais encontram-se nos apêndices. No entanto, seu custo não foi contabilizado na planilha de custo dos brises vegetais, visto as mudas desta espécie terem outra finalidade.

#### 4.4.2 Palestras Educativas

As palestras educativas foram realizada no dia da ação, datado em 24 de outubro de 2020, com início às 8 horas e 30 minutos (Figura 4.6 e Figura 4.7). A apresentação da palestra foi realizada de acordo com a metodologia abordada e os slides utilizados encontram-se nos apêndices. O conteúdo abordado nas palestras foi além das explicações quanto ao conforto térmico e as potencialidades do uso de vegetação no ambiente urbano, abrangendo também conhecimentos obtidos no meio acadêmico, transmitidos ao alunos de ensino fundamental de maneira simplória, afim de fomentar futuros estudos na área de engenharia e promover a conscientização ambiental.

Figura 4.6 – Palestra Educativa: A) Demonstração do trajeto do sol e Orientação Solar; B) Slide de apresentação inicial



Fonte: Autoria própria

Figura 4.7 – Primeira palestra ministrada no dia da ação

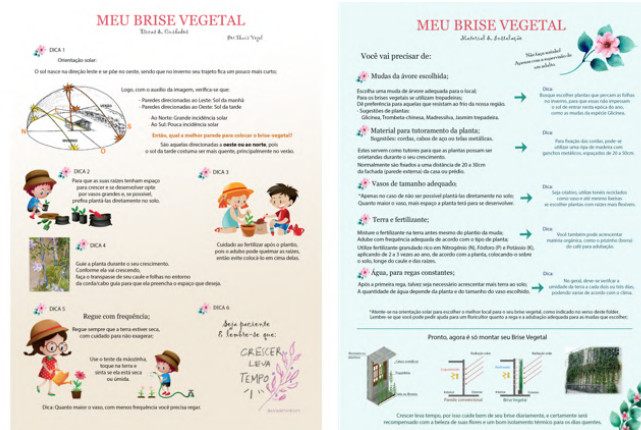


Fonte: Autoria própria

### 4.4.3 Entrega da cartilha Meu Brise Vegetal

A figura 4.8 apresenta a arte da cartilha "Meu Brise Vegetal", que foi entregue aos alunos durante o dia da ação, esta encontra-se também nos apêndices 5 e 6. Foram entregues ao todo 125 folhas da cartilha impressa, ela possui duas páginas, frente e verso: a primeira trata-se das dicas e cuidados para implantação de um brise vegetal, e a segunda é de caráter mais complexo, demonstrando os materiais necessário para elaboração de um brise vegetal e o passo a passo de como fazer a sua instalação.

Figura 4.8 – Frente e verso da Cartilha "Meu Brise Vegetal"



Fonte: Autoria própria



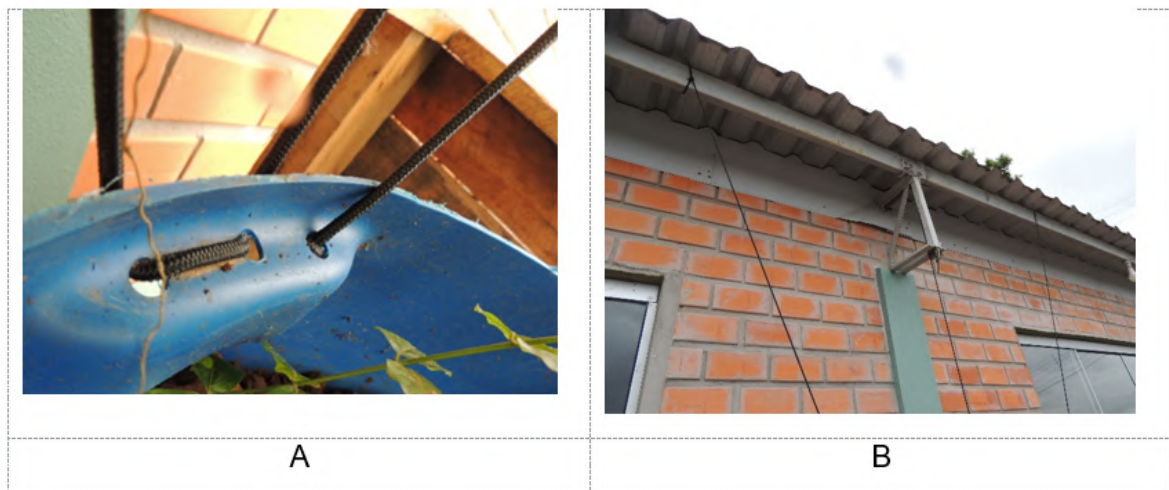
#### 4.4.4 Implantação do brise vegetal

##### 4.4.4.1 Dia da pré-ação

O dia da pré ação consistiu em organizar os materiais a serem utilizados, e a realizar uma pré-montagem dos brises vegetais, fazendo a amarração das cordas e a furação dos tonéis para drenagem da planta.

Com o intuito de utilizar apenas a quantidade de corda fornecida pela universidade, 32 metros, se optou por traçá-la apenas 3 vezes em cada um dos brises instalados (Figura 4.9), em exceção aos instalados nos dois cantos, os quais usou-se apenas 2 passagens de corda. Para a fixação das cordas na parte inferior da estrutura, utilizou-se como suporte de fixação o tonél utilizado como vaso, no qual foram realizados 3 furos com uma furadeira em uma das alças do materia (Figura 4.9, item A). Já para fixação da corda na parte superior da cobertura da sala de jogos utilizou-se a própria estrutura metálica que sustenta o telhado, a qual permitia seu transpasse (Figura 4.9, item B). Para esta atividade utilizou-se o auxílio de uma escada fornecida pela própria escola.

Figura 4.9 – Fixação da corda, A) Fixação da corda na parte inferior e B) Fixação da corda na parte superior



Fonte: Autoria própria

Para pré-montagem dos brises vegetais adotou-se a metodologia descrita no método 3.1.11, dividindo-se em 9 etapas, descritas abaixo.

1. Realização do corte e lavagem dos tonéis reciclados (terceirizada);
2. Transporte do material para o local da atividade;
3. Realização dos furos na parte inferior (base) dos tonéis;

4. Realização dos furos nas alças dos tonéis para amarração da corda;
5. Colocação da brita graduada nos tonéis;
6. Colocação da manta geotêxtil sobre a brita graduada;
7. Colocação de parte da terra a ser utilizada sobre a manta geotêxtil;
8. Fixação/passagem da corda nos furos dos tonéis
9. Fixação/amarração da corda no suporte da estrutura.

Os serviços realizados na etapa 1 foram terceirizados, o corte dos tonéis foi realizado ainda no local da compra destes, com um custo adicional, e o serviço de lavagem foi realizada em um lava-jato automotivo, mediante pagamento. As demais etapas, encontram-se descritas nas Figuras 4.6 e 4.7.

Para a furação da parte inferior dos toneis, fez-se uso da furadeira, e realizou-se de forma que cobrisse todo fundo, espaçados de 3-4mm, conforme abordado na etapa 3 (figura 4.10). A brita graduada foi colocada de forma a possuir uma espessura em torno de 10cm conforme Etapa 4. O corte da manta geotêxtil foi realizado de maneira visual, de modo que esta ocupasse todo o fundo dos toneis e subisse lateralmente com uma altura suficiente para impedir a passagem de terra (Figura 4.11, Etapa 6).

Figura 4.10 – Imagens referentes as etapas 2 à 5



Fonte: Autoria própria

Figura 4.11 – Imagens referentes as etapas 6 à 9

			
6) Colocação da Manta Geotêxtil	7) Colocação de terra (Até 1/3 do volume)	8) Passagem da corda pelos furos	9) Amarração da corda no suporte da estrutura

Fonte: Autoria própria

Ao término do dia da pré-ação deixou-se instaladas as cordas de 5 dos 6 brises vegetais (Figura 4.12), conforme previsto na metodologia, assim como também a brita e o geotêxtil com 1/3 de terra, de forma a facilitar e acelerar o processo no dia da ação.

Figura 4.12 – Fotografia do sistema ao término da pré-ação



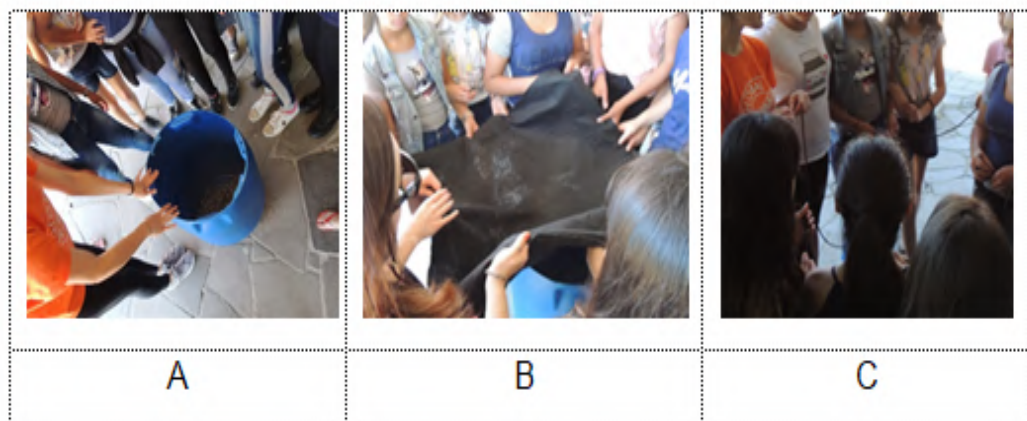
Fonte: Autoria própria

#### 4.4.4.2 Dia da ação

No Período da tarde do dia da ação ocorreu a implantação dos brises vegetais junto à parede da sala de jogos, na qual 18 meninas do sexto ano participaram. Primeiramente,

foi demonstrado o processo de montagem de um dos brises vegetais, propositalmente deixado para esse fim. Sendo assim, explicou-se a necessidade de realizar os furos na parte inferior dos tonéis, e o porquê dos materiais utilizados (Figura 4.13), dentre eles, a brita graduada, o uso da manta geotêxtil e a corda elástica. Posteriormente, fez-se a amarração da corda, como nos demais brises, demonstrado o procedimento empregado na pré ação.

Figura 4.13 – Explicação dos materiais utilizados, A) Brita graduada, B) Manta geotêxtil e C) Corda elástica



Fonte: Autoria própria

Em seguida, as meninas participantes foram divididas em 6 grupos, um para cada muda, com 3 ou 4 alunas em cada grupo. Cada um dos grupos foi responsável por finalizar o plantio das mudas (Figura 4.14), sendo necessário então remover a planta do vaso provisório, e transplantá-la para o vaso permanente - tonéis plásticos. Em seguida, foi realizada a complementação de terra, com auxílio de pazinhas específicas para jardinagem, além de realização da primeira rega. Foi também ensinado sobre a importância de realizar o transpasse dos galhos da planta nas cordas guias, de forma que cada grupo fez o tutoramento inicial de sua muda.



Figura 4.14 – Alguns dos procedimentos realizados no “Dia da Ação” para finalização do plantio das mudas



Fonte: Autoria própria

Para finalizar a tarefa de forma mais dinâmica e divertida, cada grupo deu um nome fictício para a sua muda de glicínia, e escreveu os nomes dos integrantes do grupo nos seus respectivos tonéis, ou vasos, como observa-se na Figura 4.15, A, B, C.

Figura 4.15 – Tonéis com o nome dado às plantas pelas participantes da ação



Fonte: Autoria própria

Ao término do dia da ação, os 6 brises vegetais estavam finalizados (Figura 4.16), faltando apenas a colocação dos cachepôs de madeira, os quais seriam realizados na semana seguinte.

Figura 4.16 – Foto em grupo com os 6 brises vegetais instalados



Fonte: Autoria própria

Após as fotos em grupo (Figura 4.17), fez-se a distribuição da cartilha "Meu Brise Vegetal", entregue às alunas para que pudessem levar para casa, a fim de fixar e complementar o que aprenderam, além de ter como principal objetivo torná-las multiplicadoras do conteúdo. A ideia da cartilha era que elas levassem para os pais a experiência a fim de incentivá-los a fazer um brise vegetal em suas casas, principalmente pelo fato de muitos não terem ares condicionados, nem um bom conforto térmico.

Figura 4.17 – Foto em grupo retirada após o término da ação



Fonte: Autoria própria

#### 4.4.4.3 Pós-ação

A pós ação consistiu no acompanhamento do desenvolvimento do brise vegetal e na elaboração dos cachepôs de madeira, montados por um funcionário da escola, com *pallets* recicláveis e colocados no entorno dos tonéis de cada brise vegetal (Figura 4.18).

Figura 4.18 – Cachepô de madeira finalizado, feito com *pallets* reciclados



Fonte: Autoria própria

## 4.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A partir de um comparativo entre o projeto modelado e executado, com fotos retiradas 20 dias após os brises vegetais serem implementados, é possível observar que atendeu-se o resultado esperado (Figura 4.19).



Figura 4.19 – Comparativo final entre projeto modelado (A) e executado (B)

(A) Projeto modelado



(B) Projeto executado



Fonte: Autoria própria

Observou-se que a participação dos alunos foi efetiva, tanto nas palestras quanto na implantação do brise vegetal, de forma que a maioria se interessou em aprender e entender sobre os conceitos abordados, como conforto térmico, jardins verticais e sustentabilidade. As meninas participantes do processo de montagem no período da tarde demonstraram entusiasmo e proatividade, contribuindo para o sucesso da ação. Além do mais, a entrega da cartilha Meu Brise Vegetal permitiu que os estudantes levassem para os pais a experiência a fim de incentivá-los a fazer um brise vegetal em suas casas, principalmente pelo fato de muitos não terem ar condicionado ou um bom conforto térmico.



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 5.1 CONCLUSÃO

A partir de uma análise histórica e do contexto atual da vida em sociedade entende-se que a busca por soluções alternativas para problemas globais, como o elevado consumo energético, tem resgatado a importância da utilização da vegetação no ambiente urbano. Assim, verifica-se um grande potencial para as construções sustentáveis e para a adoção de medidas com o uso de vegetação, como os jardins verticais. Esta tecnologia pode ser implementada nas fachadas das edificações, se adequando a falta de espaço causada pela urbanização.

Conclui-se que os jardins verticais, compostos por vegetação, agregam de diversas formas ao ambiente circundante, trazendo benefícios para todo ecossistema, incluindo melhorias para a qualidade de vida do ser humano sob diversos aspectos. Em destaque, os jardins verticais melhoram o conforto térmico, a eficiência energética e a redução da poluição do ar, além de proporcionarem efeitos terapêuticos. Logo, eles deixam o ambiente mais fresco e o ar mais limpo, diminuindo a poluição e um importante fenômeno denominado Ilhas de calor.

No entanto, devido os jardins verticais possuírem diversas nomenclaturas, dadas por seus fabricantes e pesquisadores, é imprescindível saber sua sistematização e classificação para o entendimento de qual é a tecnologia mais indicada para cada caso de uso, assim como seus objetivos e métodos de aplicação diferenciados. Dessa forma, a definição de cada sistema pode auxiliar e instigar os profissionais da área de engenharia e arquitetura a usufruírem das vantagens de cada sistema.

Além disso, percebe-se a importância do entendimento do clima local para uma correta utilização da vegetação. Para a região sul do Brasil as espécies que resistem ao clima subtropical são mais indicadas, destacando-se, principalmente, as espécies caducifólias, em especial a *Wisteria Sp* (glicínia), por perderem suas folhas no inverno, de modo a permitir a passagem dos raios solares, e conseqüentemente aquecer o ambiente. No verão, estas espécies tendem a ter um bom desenvolvimento, com folhas e flores que reduzem a incidência solar, mantendo o ambiente mais fresco e, conseqüentemente, proporcionando maior conforto térmico.

Percebe-se também, o quanto uma ação combinada do ambiente escolar com o meio acadêmico pode trazer benefícios sociais. A percepção sobre o meio ambiente e o incentivo para estudar a ciência mostrou-se eficaz sobre os alunos, que foram muito participativos durante a palestra e na implantação do brise vegetal.

No que se refere à sensibilização dos alunos para a necessidade de educação, o

retorno dado através dos professores da escola onde a ação foi desenvolvida foi muito positivo. Esses se encarregarão de reportar os diversos questionamentos gerados pelos alunos sobre como cursar uma faculdade e seu funcionamento, num ambiente onde poucos seguem para a vida acadêmica na universidade, visto a falta de condições e de consciência de que eles podem e dos benefícios que essa vivência traria em suas vidas, tanto profissional, quanto pessoal.

Além de tudo, este trabalho possibilitou o uso de pesquisas realizadas no meio acadêmico para gerar mudanças positivas na sociedade, dando uma nova perspectiva ao conceito teórico. A partir da transmissão de conhecimento aos alunos do ensino fundamental, incentivou-se futuros estudos na área de engenharia, promovendo também conscientização ambiental.

Conclui-se também que a presença de vegetação nos ambientes urbanos é uma importante estratégia para manutenção da qualidade ambiental das cidades. Sua utilização deve ser incentivada sob diferentes esferas, seja através de certificações sustentáveis ou através da implantação de pequenas ações locais, mas com objetivos globais, visando sempre a sustentabilidade.

Por fim, com este trabalho identificou-se que, em pouco tempo, com esforço e dedicação é possível causar impactos sociais positivos, demonstrando que todos podem trabalhar em prol dos objetivos globais da ONU, ou seja, a favor do desenvolvimento sustentável, a favor da vida.

## 5.2 RECOMENDAÇÕES FUTURAS

Recomenda-se que mais trabalhos de conclusão de curso sejam realizados com fins sociais, principalmente na área de engenharia, os quais não são muito comuns, pois assim pode-se trazer mudanças nas comunidades de maneira rápida e significativa. Além disso, a experiência vivenciada pelos formandos e acadêmicos envolvidos no processo pode incentivá-los a realizar ações ainda mais grandiosas no futuro, quando se tornarem engenheiros formados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Annadenardinart. **Crescer Leva Tempo**: B3ve7aphnjt. Boulder, 2019. Acesso em 28 out. 2019. Disponível em: <<https://www.instagram.com/p/B3vE7aphNJt/>>.

BARBOSA, M. C.; FONTES, M. S. G. de C. Jardins verticais: modelos e técnicas. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 7, n. 2, p. 114–124, 2016.

BONFIGLIOLI, C. P. Terra, nossa casa: superfície, cor e acontecimento na concepção ecológica da imagem da terra. earth, our home: surface, color and event in the ecological conception of the earth image. 2009.

BROCANELI, P. F. A contribuição das certificações verdes leed/gbc brasil, para a construção da cidade sustentável. Instituto Presbiteriano Mackenzie, 2010.

CANTUARIA, G. A. C. **Microclimatic impact of vegetation on building surfaces**. 1995. Tese (Doutorado), 1995.

DUNNETT, N.; KINGSBURY, N. **Planting green roofs and living walls**. [S.l.]: Timber press Portland, OR, 2008.

Ecotelhado. **Brise Vegetal para Fachadas Verdes**: brise-vegetal. Boulder, 2019. Acesso em 13 nov. 2019. Disponível em: <<https://ecotelhado.com/sistema/jardim-vertical/brise-vegetal/>>.

FENSTERSEIFER, P. Avaliação térmica de brise vegetal em casa popular. Santa Maria, f. 61, 2018.

Freepik. **Vetores**: home. Boulder, 2019. Acesso em 18 out. 2019. Disponível em: <<https://br.freepik.com/>>.

GEHL, j. **A humanização 'o n do espaço urbano: vida social entre edifícios**. [S.l.: s.n.], 2006. v. 9.

GIVONI, B. **Climate considerations in building and urban design**. [S.l.]: John Wiley & Sons, 1998.

Green Building Council Brasil. **Certificação LEED**: certificacao-leed. Boulder, 2019. Acesso em 24 nov. 2019. Disponível em: <<https://www.gbcbrasil.org.br/certificacao/certificacao-leed/>>.

HOPKINS, G.; GOODWIN, C. **Living architecture: green roofs and walls**. [S.l.]: Csiro Publishing, 2011.

InfoEscola. **Pesquisa Ação**: pesquisa-acao. Boulder, 2004. Acesso em 18 nov. 2019. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/pedagogia/pesquisa-acao/>>.

International Energy Agency. **The Future of Cooling: Opportunities for energy-efficient air conditioning**. **OECD/IEA**: home. Boulder, 2018. Acesso em 15 nov. 2019. Disponível em: <<https://www.iea.org/futureofcooling/>>.

IZARD, J.-L.; GUYOT, A. **Arquitetura bioclimática**. [S.l.]: Gustavo Gili, 1980.

JESUS, M. P. d. **Fachadas verdes e comportamento térmico urbano**. 2016. Tese (Doutorado), 2016.

JOHNSTON, J.; NEWTON, J. **Building green: a guide to using plants on roofs**. London Ecology Unit, London, UK, 2004.

KÖHLER, M. Green facades view back and some visions. **Urban Ecosystems**, Springer, v. 11, n. 4, p. 423, 2008.

LAMBERTS, R.; GHISI, E.; PAPST, A. L. Desempenho térmico de edificações. **Universidade Federal**, 2000.

LONDE, P. R. et al. A influência das áreas verdes na qualidade de vida urbana. **Hygeia: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Geografia, Grupo de , v. 10, n. 18, p. 264, 2014.

MARX, R. B.; TABACOW, J. **Arte & paisagem: conferências escolhidas**. [S.l.]: Studio Nobel, 2004.

MASCARÓ, L.; MASCARÓ, J. **Vegetação Urbana**. Porto Alegre: Ed. [S.l.: s.n.], 2005.

MASCARÓ, L.; MASCARÓ, J. J. **Ambiência urbana**. [S.l.]: Mais Quatro Editora, 2009.

Mundo Educação. **Classificação dos Climas no Brasil**: classificação-dos-climas-no-brasil. Boulder, 2018. Acesso em 27 out. 2019. Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/classificacao-dos-climas-no-brasil.html>>.

NARDIN, A. C. D. Viabilidade do uso da energia geotérmica para condicionamento térmico de habitações sociais. Santa Maria, f. 56, 2019.

ONU. **Agenda2030**: agenda2030. Boulder, 2015. Acesso em 08 nov. 2019. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>.

Organização das Nações Unidas. **A ONU e o Meio Ambiente**: Home. Boulder, 2019. Acesso em 08 nov. 2019. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>>.

OTTELÉ, M. et al. Comparative life cycle analysis for green façades and living wall systems. **Energy and Buildings**, Elsevier, v. 43, n. 12, p. 3419–3429, 2011.

PASSOS, L. S. et al. A sustentabilidade segundo as certificações do sistema leed: edifícios corporativos em são paulo (2007-2017). Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2019.

PÉREZ, G. et al. Behaviour of green facades in mediterranean continental climate. **Energy conversion and management**, Elsevier, v. 52, n. 4, p. 1861–1867, 2011.

PERINI, K.; ROSASCO, P. Cost–benefit analysis for green façades and living wall systems. **Building and Environment**, Elsevier, v. 70, p. 110–121, 2013.

Portal Solar. **Orientacao solar**: a-melhor-direcao-do-painel-solar-fotovoltaico. Boulder, 2018. Acesso em 27 out. 2019. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/a-melhor-direcao-do-painel-solar-fotovoltaico.html>>.

RAKSHANDEHROO, M. et al. Green façade (vertical greening): Benefits and threats. In: TRANS TECH PUBL. **Applied Mechanics and Materials**. [S.l.], 2015. v. 747, p. 12–15.

RedeMarista. **Colegio Santa Marta**: santa-marta. Boulder, 2019. Acesso em 28 out. 2019. Disponível em: <<https://social.redemarista.org.br/colégio/santa-marta>>.

RIVERO, R. *Arquitetura e clima: condicionamento térmico natural*. 2<sup>a</sup> edição. **Porto Alegre**, 1986.

RODRIGUES, R. S. R. **Jardins verticais: utilização para fins terapêuticos**. 2019. Tese (Doutorado) — ISA/UL, 2019.

ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. [S.l.]: ProEditores Associados, 2001.

ROTTA, R. et al. Desempenho térmico de edificações multifamiliares de interesse social em conjuntos habitacionais na cidade de santa maria-rs. Universidade Federal de Santa Maria, 2009.

SCHERER, M. J. Cortinas verdes na arquitetura: desempenho no controle solar e na eficiência energética de edificações. 2014.

SCHERER, M. J.; ALVES, T. S.; REDIN, J. Envoltórias vegetadas aplicadas em edificações: benefícios e técnicas. **Revista de Arquitetura IMED**, v. 7, n. 1, p. 84–101, 2018.

SCHERER, M. J.; FEDRIZZI, B. M. Jardins verticais: potencialidades para o ambiente urbano. **Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção**, v. 2, n. 2, p. 49–61, 2014.

SHARP, R. et al. Introduction to green walls: technology, benefits & design. **Green Roofs for Healthy Cities, Toronto, Canada**, 2008.

SOUSA, A. S. d. **Arquitetura bioclimática para instituição de ensino fundamental em São Gonçalo do Amarante/RN**. 2014. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2014.

TOLEDO, F. dos S.; SANTOS, D. G. dos. Espaços livres de construção. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 3, n. 1, p. 73–91, 2019.

VOOGT, J. A.; OKE, T. R. Thermal remote sensing of urban climates. **Remote sensing of environment**, Elsevier, v. 86, n. 3, p. 370–384, 2003.

## **APÊNDICE A – CARTILHA MEU BRISE VEGETAL)**

A cartilha meu brise vegetal, entregue as crianças no decorrer da ação, consiste em duas páginas, frente e verso, apresentadas a seguir.

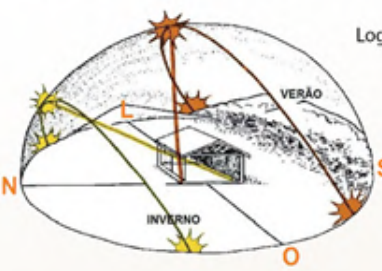
Figura A.1 – Cartilha Meu Brise Vegetal - Página 01 (Frente)

## MEU BRISE VEGETAL

Dicas & Cuidados Por Thais Vogel

**DICA 1**  
Orientação solar:

O sol nasce na direção leste e se põe no oeste, sendo que no inverno seu trajeto fica um pouco mais curto;



Logo, com o auxílio da imagem, verifica-se que:


- Paredes direcionadas ao Leste: Sol da manhã
- Paredes direcionadas ao Oeste: Sol da tarde
- Ao Norte: Grande incidência solar
- Ao Sul: Pouca incidência solar

**Então, qual a melhor parede para colocar o brise-vegetal?**


São aquelas direcionadas a **oeste ou ao norte**, pois o sol da tarde costuma ser mais quente, principalmente no verão.

**DICA 2**

Para que as suas raízes tenham espaço para crescer e se desenvolver opte por vasos grandes e, se possível, prefira plantá-las diretamente no solo.




**DICA 3**



Cuidado ao fertilizar após o plantio, pois o adubo pode queimar as raízes, então evite colocá-lo em cima delas.

**DICA 4**




Guie a planta durante o seu crescimento. Conforme ela vai crescendo, faça o transpasse de seu caule e folhas no entorno da corda/cabo guia para que ela preencha o espaço que deseja.


**DICA 5**

**Regue com frequência;**

Regue sempre que a terra estiver seca, com cuidado para não exagerar;



Use o teste da mãozinha, toque na terra e sinta se ela está seca ou úmida.

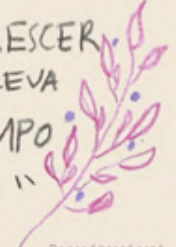


Dica: Quanto maior o vaso, com menos frequência você precisa regar.

**DICA 6**

Seja paciente  
E lembre-se que:

CRESCER  
LEVA  
TEMPO  
" | " "




@unadenart

Figura A.2 – Cartilha Meu Brise Vegetal - Página 02 (Verso)


## MEU BRISE VEGETAL

*Material & Instalação*




Não faça sozinho!  
Apenas com a supervisão de um adulto.


**Você vai precisar de:**

-  **Mudas da árvore escolhida;**


Escolha uma muda de árvore adequada para o local;  
Para os brises vegetais se utilizam trepadeiras;  
Dê preferência para aquelas que resistam ao frio da nossa região.  
- Sugestões de plantas:  
Glicínea, Trombeta-chinesa, Madressilva, Jasmim trepadeira.

**Dica:**  
Busque escolher plantas que percam as folhas no inverno, para que essas não impessam o sol de entrar nesta época do ano, como as mudas da espécie Glicínea.
-  **Material para tutoramento da planta;**  
Sugestões: cordas, cabos de aço ou telas metálicas.


Estes servem como tutores para que as plantas possam ser orientadas durante o seu crescimento.  
Normalmente são fixados a uma distância de 20 a 30cm da fachada (parede externa) da casa ou prédio.

**Dica:**  
Para fixação das cordas, pode-se utilizar uma ripa de madeira com ganchos metálicos, espaçados de 20 a 50cm.
-  **Vasos de tamanho adequado;**

\*Apenas no caso de não ser possível plantá-las diretamente no solo;  
Quanto maior o vaso, mais espaço a planta terá para se desenvolver.

**Dica:**  
Seja criativo, utilize tonéis reciclados como vaso e até mesmo lixeiras se escolher plantas com raízes mais flexíveis.
-  **Terra e fertilizante;**

Misture o fertilizante na terra antes mesmo do plantio da muda;  
Adube com frequência adequada de acordo com o tipo de planta;  
Utilize fertilizante granulado rico em Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K), aplicando de 2 a 3 vezes ao ano, de acordo com a planta, colocando-o sobre o solo, longe do caule e das raízes.

**Dica:**  
Você também pode acrescentar matéria orgânica, como o pózinho (borra) do café para adubação.
-  **Água, para regas constantes;**


Após a primeira rega, talvez seja necessário acrescentar mais terra ao solo;  
A quantidade de água depende da planta e do tamanho do vaso escolhido.

**Dica:**  
No geral, deve-se verificar a umidade da terra a cada dois ou três dias, podendo variar de acordo com o clima.

\*Atente-se na orientação solar para escolher o melhor local para o seu brise vegetal, como indicado no verso deste folder.  
Lembre-se que você pode pedir ajuda para um floricultor quanto a rega e a adubação adequada para as mudas que escolher;

---

**Pronto, agora é só montar seu Brise Vegetal**

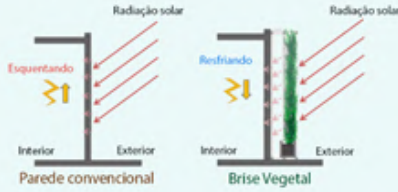


Alvenaria ou abertura

Cabos metálicos

Trepadeira

Solo ou floreira



Radiação solar


Esquentando

Resfriando

Interior Exterior

Parede convencional

Brise Vegetal



Crescer leva tempo, por isso cuide bem de seu brise diariamente, e certamente será recompensado com a beleza de suas flores e um bom isolamento térmico para os dias quentes.



## **APÊNDICE B – MATERIAL DE APRESENTAÇÃO DA PALESTRA EDUCATIVA (SLIDES)**

Em seguida apresentam-se os Slides utilizados na apresentação da palestra educativa, conforme metodologia.

Figura B.1 – Slides de apresentação 1



Universidade Federal de Santa Maria  
1960

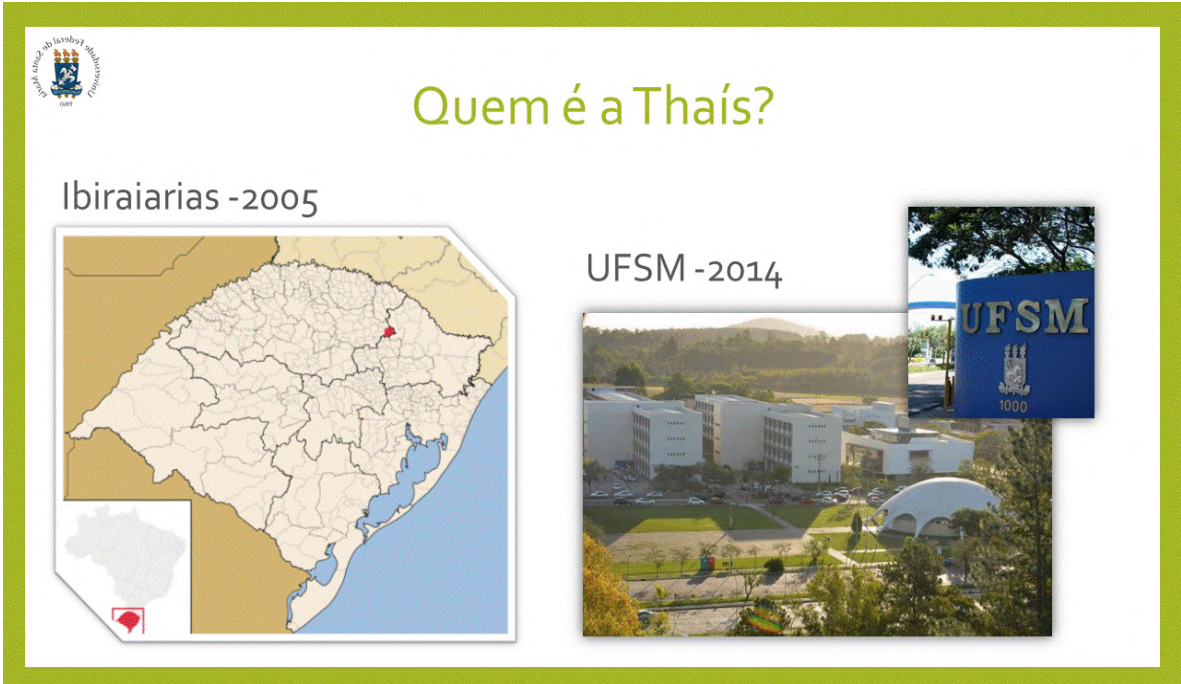
# BRISE VEGETAL

Escola Marista Santa Marta

Thaís Vogel  
Aluna de Graduação em Engenharia Civil

Projeto Mulheres na Engenharia  
Universidade Federal de Santa Maria - UFSM

Figura B.2 – Slides de apresentação 2



Universidade Federal de Santa Maria  
1960

## Quem é a Thaís?

Ibiraíarias - 2005

UFSM - 2014

UFSM  
1000

Figura B.3 – Slides de apresentação 3



Figura B.4 – Slides de apresentação 4





Figura B.5 – Slides de apresentação 5



## Desenvolvimento sustentável

**Recursos naturais:**

São **elementos da natureza** que são úteis ao ser humano para cultivo e para a vida em sociedade.



Podem ser **renováveis**, como a **energia solar e a do vento**.

Já a **água, o solo e as árvores** são considerados **limitados** mas potencialmente renováveis.

**Não renováveis**, como o **petróleo e minérios** em geral.

Figura B.6 – Slides de apresentação 6



## Calor/Verão







Figura B.7 – Slides de apresentação 7

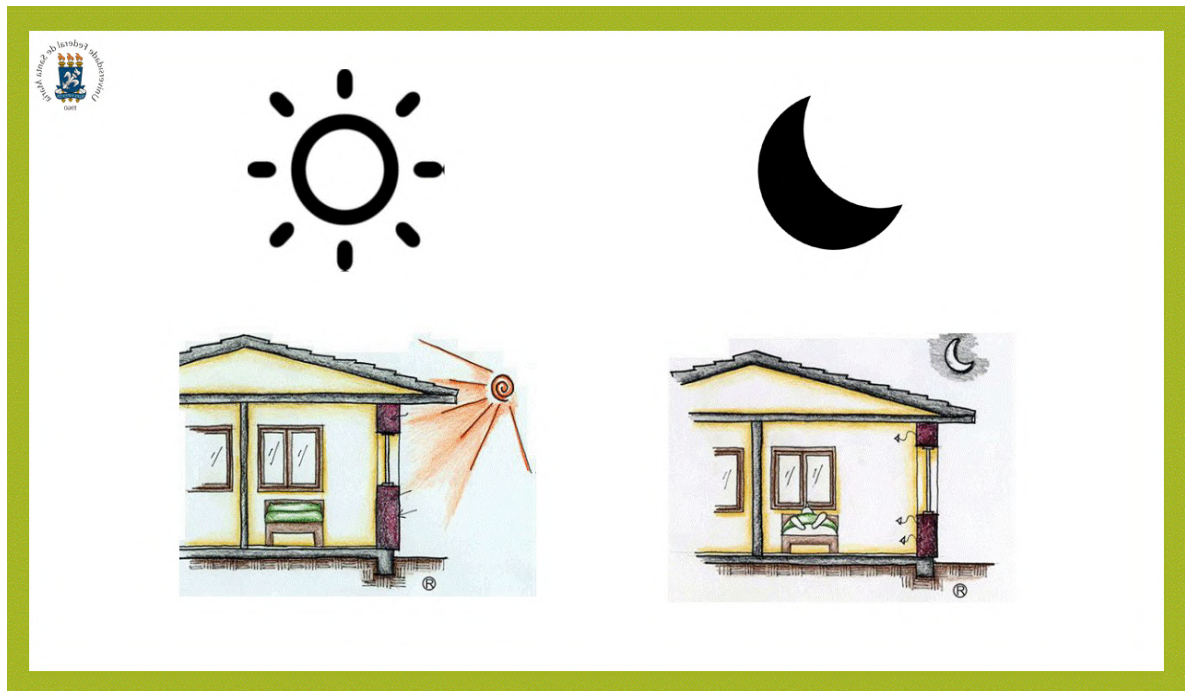


Figura B.8 – Slides de apresentação 8





Figura B.9 – Slides de apresentação 9

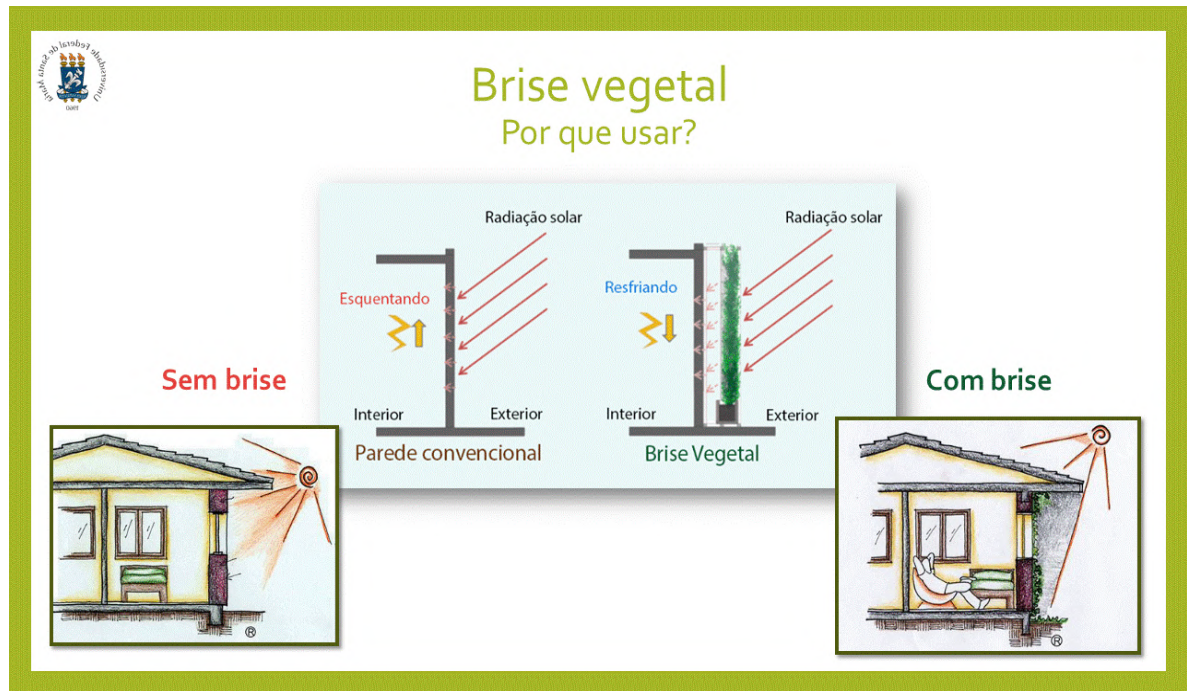




Figura B.10 – Slides de apresentação 10



Figura B.11 – Slides de apresentação 11

 **Planta utilizada no projeto da escola**  
Ficha descritiva:

<b><i>Wisteria floribunda</i></b> (Willd.) DC.		
Ordem	Angiospermae	
Família	Leguminosae-Papilionoideae	
Nome popular	Glicínia	
Origem	Japão	
Características	Trepadeira volúvel, lenhosa, vigorosa e ramificada, de grande efeito ornamental. No fim do outono perde totalmente as folhas e surgem inflorescências pêndulas, com flores azuis-violeta. Indicada para cultivo em cercas, pérgolas e caramanchões.	

Época de floração	Outono e inverno	
Clima	Regiões de altitude, clima temperado ou subtropical	
Folhagem	Caducifolia	
Porte quando adulta	Até 12,0 metros de altura	
Forma de fixação	Volúvel, seu caule e ramos jovens são capazes de se enrolar na estrutura de suporte, durante o crescimento da planta.	
Multiplicação	Sementes, estacas ou alporques	

\*Planta não comestível.

Figura B.12 – Slides de apresentação 12

 **Planta utilizada no projeto da escola**  
Ficha descritiva:

<b><i>Wisteria floribunda</i></b> (Willd.) DC.		
Ordem		
Família		
Nome popular		
Origem		
Características	Trepadeira volúvel, lenhosa, vigorosa e ramificada, de grande efeito ornamental. No fim do outono perde totalmente as folhas e surgem inflorescências pêndulas, com flores azuis-violeta. Indicada para cultivo em cercas, pérgolas e caramanchões.	

Multiplicação	Sementes, estacas ou alporques	
---------------	--------------------------------	--

\*Planta não comestível.



Figura B.13 – Slides de apresentação 13



Figura B.14 – Slides de apresentação 14





Figura B.15 – Slides de apresentação 15



Figura B.16 – Slides de apresentação 16





Figura B.17 – Slides de apresentação 17



Figura B.18 – Slides de apresentação 18



Figura B.19 – Slides de apresentação 19



Figura B.20 – Slides de apresentação 20





Figura B.21 – Slides de apresentação 21

Use vasos adequados ou plante no solo

Adube 2-3 vezes por ano, mas evite colocar em cima das raízes.

# Como cuidar?

Rega constante

Guie a planta durante o seu crescimento.

This slide features a central title "Como cuidar?" in purple. It includes two illustrations of children gardening: one on the top left showing a child planting in pots, and one on the bottom left showing a child watering plants. Text instructions are placed around these illustrations. On the right, there are two photographs of a climbing plant with blue flowers supported by blue vertical guides. The entire slide is framed in a light green border.

Figura B.22 – Slides de apresentação 22

Use vasos adequados ou plante no solo

Adube 2-3 vezes por ano, mas evite colocar em cima das raízes.

Evite colocar adubo em cima das raízes.

Use vasos adequados ou plante no solo

Rega constante

Use guias durante o crescimento.

CRESCER LEVA TEMPO 1''

@annadenardinart

This slide features a central quote on a light brown background: "CRESCER LEVA TEMPO 1''" with a pink leafy branch illustration and the handle "@annadenardinart". It includes the same two illustrations of children gardening as slide 21. Text instructions are placed around the illustrations. On the right, there are two photographs of a climbing plant with blue flowers supported by blue vertical guides. The entire slide is framed in a light green border.

Figura B.23 – Slides de apresentação 23

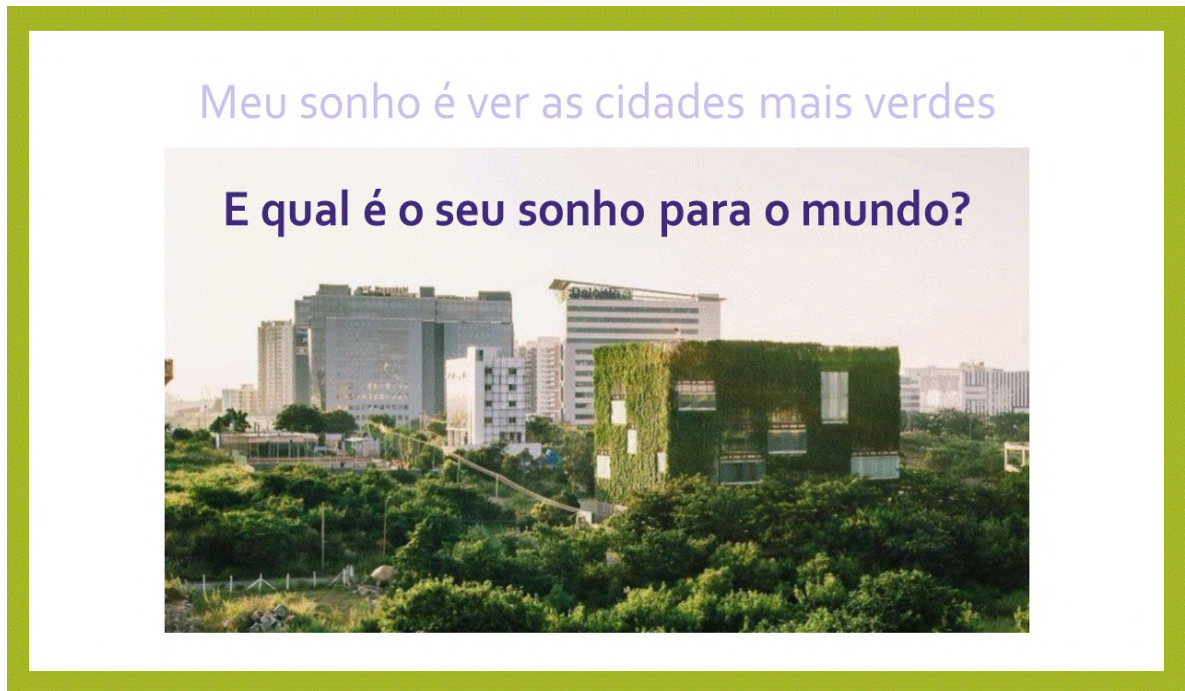


Figura B.24 – Slides de apresentação 24





Figura B.25 – Slides de apresentação 25

<p>COMPLETE A FRASE → frase</p> 	<p>Exemplo:</p> <p>O <del>B</del>rise Vegetal... Blise <del>P</del>rotege a casa do sol Plotege</p>	<p>COMPLETE A FRASE → frase</p> 	<p>Frase 1:</p> <p>A <del>n</del>atureza <del>p</del>recisa... A natuleza plecisa...</p>
<p>COMPLETE A FRASE → frase</p> 	<p>Frase 2:</p> <p>O planeta <del>t</del>erra... O planeta tela...</p>	<p>COMPLETE A FRASE → frase</p> 	<p>Frase 3:</p> <p>As <del>a</del>rvores são <del>i</del>mpolttantes Alvores ... impoltantes</p>
<p>COMPLETE A FRASE → frase</p> 	<p>Frase 4:</p> <p>O sol <del>f</del>olte... folte</p>	<p>COMPLETE A FRASE → frase</p> 	<p>Frase 5:</p> <p>As <del>f</del>lores <del>p</del>recisam... As fiores plecisam...</p>
<p>COMPLETE A FRASE → frase</p> 	<p>Frase 6:</p> <p>O <del>s</del>ex humano depende... sel humano...</p>	<p>COMPLETE A FRASE → frase</p> 	<p>Frase 7:</p> <p>Vamos <del>f</del>azel o mundo... fazel...</p>

## **APÊNDICE C – ORÇAMENTOS**

Os orçamentos apresentados se referem aos 3 orçamentos das mudas, solicitados pelo projeto Mulheres na Engenharia. A compra foi realizada com o fornecedor que apresentou o orçamento com menor preço, orçamento 1.



## Orçamento 1



CNPJ: 24.419.290/000170  
End: Rua Ircyde Santa Lucia, 250 – Camobi - Santa Maria/RS  
Telefone: (55) 3217-3351 / (55) 9972-8933

Santa Maria, 17 de outubro de 2019.

Nome do Cliente: Nilza Luiza Venturine Zampiere

Projeto CNPQ 442136/2018-8

Produto	Valor unid.	Valor total
6 Glicínea azul (altura aprox. 1,40 cm),	47,00	282,00
3 Jasmim dos Poetas (altura aprox. 0,70 cm)	13,00	39,00
	<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 321,00</b>

\*Orçamento solicitado por Ranieri.

Qualquer dúvida estamos à disposição.

## Orçamento 2

## ORÇAMENTO TREPadeiras GLICÍNEA E JASMIM DOS POETAS

SOLICITANTE: NILZA LUIZA VENTURINI ZAMPIERI

PROJETO CNPQ 442136/2018-8

PRODUTO	DIMENSÕES	QUANTIDADE	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
TREPadeira GLICÍNEA	1,30	6	R\$:48,50	R\$:291,00
TREPadeira JASMIM DOS POETAS	1,00	3	R\$:32,00	R\$:96,00
VALOR TOTAL			R\$:387,00	

FLORICULTURA A FLORA  
END: FAIXA VELHA DE CAMOBI, Nº 2743  
SANTA MARIA - RS  
FONE: (55) 3219-2235

*Anelise Schombert*  
FLORICULTURA A FLORA  
CNPJ: 22.874.818/0001-13  
(55) 3219.2235

## Orçamento 3

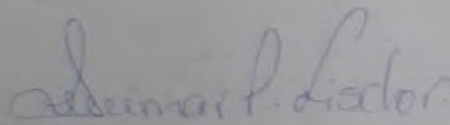
**FLORICULTURA FISCHER**

CNPJ: 019070870001/48 IE: 1090231994  
Rua 17 de maio, 100 – Camobi  
Santa Maria/RS CEP 97.105-070  
Fone: (55) 3226-2518

**Orçamento**

Cliente: Nilza Luiza Venturini Zampieri - Projeto CNPq 442136/2018-8.

Item	Quantidade	Tamanho	V. Unitário	V. total
Glicínia	6	1,20 mt	R\$ 48,00	R\$ 288,00
Jasmim dos poetas	3	1,20 mt	R\$ 45,00	R\$ 135,00
			<b>TOTAL</b>	<b>423,00</b>



Santa Maria, 02 de outubro de 2019.

## **ANEXO A – FICHA DAS ESPÉCIES UTILIZADAS**

A seguir estão apresentadas as fichas das duas espécies de plantas trepadeiras utilizadas neste trabalho, a Glicínia, nos brises vegetais, e o Jasmim-dos-poetas, na cerca de arame liso (atividade em complemento a ação desenvolvida).

Figura A.1 – Glicínia

<b><i>Wisteria floribunda</i></b> (Willd.) DC.		
<b>Ordem</b>	Angiospermae	
<b>Família</b>	Leguminosae-Papilionoideae	
<b>Nome popular</b>	Glicínia	
<b>Origem</b>	Japão	
<b>Características</b>	Trepadeira volúvel, lenhosa, vigorosa e ramificada, de grande efeito ornamental. No fim do outono perde totalmente as folhas e surgem inflorescências pêndulas, com flores azuis-violeta. Indicada para cultivo em cercas, pérgolas e caramanchões.	
<b>Exemplos de aplicação</b>		
 		
<b>Época de floração</b>	Outono e inverno	
<b>Clima</b>	Regiões de altitude, clima temperado ou subtropical	
<b>Folhagem</b>	Caducifolia	
<b>Porte quando adulta</b>	Até 12,0 metros de altura	
<b>Forma de fixação</b>	Volúvel, seu caule e ramos jovens são capazes de se enrolar na estrutura de suporte, durante o crescimento da planta.	
<b>Multiplicação</b>	Sementes, estacas ou alporques	



Figura A.2 – Jasmin

<b><i>Jasminun polyanthum</i> Franch.</b>		
Ordem	Angiospermae	
Família	Oleaceae	
Nome popular	Jasmim-dos-poetas	
Origem	China	
Características	Trepadeira semi-herbácea, de crescimento moderado, ramificada. Flores perfumadas, brancas por dentro e róseas por fora. Cultivada a pleno sol e adequada para ser apoiada em colunas e pilares, bem como para revestir cercas, grades e pórticos.	
<b>Exemplos de aplicação</b>		
		
Época de floração	Outono e inverno	
Clima	Subtropical ou de altitude, como no sul do país.	
Folhagem	Perene	
Porte quando adulta	Até 3,0 metros de altura	
Forma de fixação	Volúvel, seu caule e ramos jovens são capazes de se enrolar na estrutura de suporte, durante o crescimento da planta.	
Multiplicação	Estacas	