

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA,
URBANISMO E PAISAGISMO

Luciana Rocha Ribeiro

**USO DE PAREDES VIVAS NA QUALIDADE DO AMBIENTE
INTERNO: ESTUDO DE CASO EM SALA DE AULA NA CIDADE DE
SANTA MARIA-RS**

Santa Maria, RS, Brasil
2020

Luciana Rocha Ribeiro

**USO DE PAREDES VIVAS NA QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO: ESTUDO
DE CASO EM SALA DE AULA NA CIDADE DE SANTA MARIA-RS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito para obtenção do grau de **Mestre em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo**.

Orientadora: Profa. Dra. Minéia Johann Scherer
Coorientador: Prof. Dr. Marcelo Antonio Rodrigues

Santa Maria, RS
2020

Ribeiro, Luciana Rocha
Uso de Paredes Vivas na Qualidade do Ambiente
Interno: Estudo de Caso em Sala de Aula na Cidade De
Santa Maria-RS / Luciana Rocha Ribeiro.- 2020.
190 p.; 30 cm

Orientadora: Minéia Johann Scherer
Coorientador: Marcelo Antonio Rodrigues
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em
Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo, RS, 2020

1. paredes vivas 2. ambiente escolar 3. percepção
ambiental 4. qualidade do ambiente interno I. Scherer,
Minéia Johann II. Rodrigues, Marcelo Antonio III. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Declaro, LUCIANA ROCHA RIBEIRO, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Dissertação) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

Luciana Rocha Ribeiro

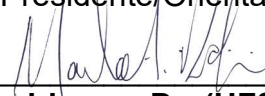
USO DE PAREDES VIVAS NA QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO: ESTUDO DE CASO EM SALA DE AULA NA CIDADE DE SANTA MARIA-RS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito para obtenção do grau de **Mestre em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo**.

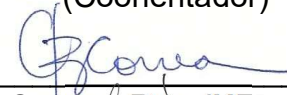
Aprovado em 1º de dezembro de 2020:



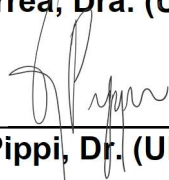
Minéia Johann Scherer, Dra. (UFSM) – Videoconferência
(Presidente/Orientadora)



Marcelo Antonio Rodrigues, Dr. (UFSM) – Videoconferência
(Coorientador)



Celina Maria Britto Correa, Dra. (UFPel) – Videoconferência



Luis Guilherme Aita Pippi, Dr. (UFSM) – Videoconferência

Santa Maria, RS
2020

DEDICATÓRIA

*Ao meu pai (in memoriam) e minha mãe que sempre me apoiaram,
incentivaram e torceram pelo meu sucesso.
Pai, sua lembrança me inspira. Mãe, sua força me faz persistir.*

AGRADECIMENTOS

À minha professora e orientadora Minéia Johann Scherer, obrigada pelos ensinamentos, paciência e dedicação.

Ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo e à Universidade Federal de Santa Maria obrigada pela oportunidade.

Ao professor Marcelo Antonio Rodrigues, meu coorientador, que não mediu esforços para me auxiliar neste e outros estudos.

Ao professor Valmir Aita, Diretor do Colégio Politécnico da UFSM, pela gentileza ao concordar na realização desta pesquisa.

À professora Terezinha Dalmolin, Diretora do Ensino Médio do Colégio Politécnico da UFSM, pela disponibilidade e carinho com que me acolheu.

Aos alunos do 3º Ano/2019 do Ensino Médio do Colégio Politécnico da UFSM, que gentilmente contribuíram com esta pesquisa.

Aos colaboradores do Setor de Floricultura e Paisagismo do Colégio Politécnico pelo auxílio durante o cultivo e instalação dos módulos de jardim vertical.

Aos meus pais, Leoni e Wilson (in memoriam), obrigada por estarem sempre comigo, pelo amor incondicional e por toda força e apoio que precisei. Amo vocês!

Aos meus irmãos Mauricio e Rafael, que sempre estiveram dispostos a me auxiliar em tudo que fosse preciso.

À minha avó, Loreny por compartilhar comigo seu amor pelas plantas.

Aos amigos e familiares pelas horas de ausência. Minha gratidão!

RESUMO

USO DE PAREDES VIVAS NA QUALIDADE DO AR NO AMBIENTE INTERNO: ESTUDO DE CASO EM SALA DE AULA NA CIDADE DE SANTA MARIA-RS

AUTORA: Luciana Rocha Ribeiro

ORIENTADORA: Profa. Dra. Minéia Johann Scherer

COORIENTADOR: Prof. Dr. Marcelo Antonio Rodrigues

O uso da vegetação como estratégia bioclimática no ambiente construído é amplamente reconhecido pelos benefícios relacionados ao conforto térmico, característica proveniente do emprego da vegetação no meio urbano, tanto de forma isolada quanto integrada à edificação. Porém, a utilização de espécies vegetais também oferece benefícios aos usuários de ambientes internos, tais como a purificação do ar, conforto ambiental e maximização do bem-estar. Atualmente, passamos maior parte do tempo em ambientes fechados. Assim, essa estratégia acrescenta também ao projeto arquitetônico o conceito de biofilia, inerente inclinação humana de afiliação à natureza, fundamental para saúde física, mental e o bem-estar das pessoas. De modo geral, a qualidade do ambiente interno refere-se ao grau de eficiência e conforto experimentado por indivíduos em recintos interiores de edificações. O uso da vegetação como qualificador do ar no ambiente interno é estudado desde os anos 1970, no entanto estudos sobre uso de jardins verticais em interiores são recentes e algumas vezes limitados a câmaras hermeticamente fechadas. Neste contexto, existem poucos estudos aplicados em situações reais relacionadas a qualidade do ambiente interno e o uso de jardins verticais. Este trabalho teve como objetivo avaliar os benefícios referentes ao bem-estar, conforto e qualidade do ar proporcionados aos estudantes/usuários de uma sala de aula através da inserção de paredes vivas nesse ambiente. Do ponto de vista experimental, a pesquisa foi realizada entre fevereiro e novembro de 2019 (incluindo a produção de mudas, plantio nos módulos, implantação dos jardins verticais e coleta de dados), na sala de aula D2 da 3ª série do ensino médio do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria. Neste estudo foram utilizadas duas espécies vegetais, a *Arachis repens* (grama-amendoim), planta nativa do Brasil (amplamente usada em coberturas vegetadas) e a *Chlorophytum comosum* (clorofito), reconhecida como espécie removedora de compostos orgânicos voláteis. Adotou-se como metodologia a abordagem multimétodos utilizada nos estudos de percepção ambiental, elencando-se a identificação da percepção dos usuários e a medição de parâmetros como métodos de pesquisa, utilizando-se das ferramentas para coleta de dados: aplicação de questionários, medição de parâmetros químicos e físicos (concentração de gás carbônico, temperatura e umidade relativa), levantamento fotográfico e aplicação de teste de preferência. Esta pesquisa demonstrou, de modo geral, que o uso de jardins verticais trouxe benefícios aos usuários, qualificando o ambiente interno escolar. Entre as espécies utilizadas, a grama-amendoim apresentou melhores resultados quanto a análise de percepção dos alunos e aos parâmetros aferidos de concentração de gás carbônico e umidade relativa do ar.

Palavras-chave: Paredes vivas. Ambiente escolar. Percepção ambiental. Qualidade do ambiente interno.

ABSTRACT

USE OF LIVING WALLS IN AIR QUALITY IN THE INTERNAL ENVIRONMENT: CASE STUDY IN A CLASSROOM IN SANTA MARIA CITY -RS

*AUTHOR: Luciana Rocha Ribeiro
ADVISOR: Minéia Johann Scherer
CO-ADVISOR: Marcelo Antonio Rodrigues*

*The use of vegetation as a bioclimatic strategy in the built environment is widely recognized for the benefits related to thermal comfort, a characteristic arising from the use of vegetation in the urban environment, both in isolation and integrated with the building. However, the use of plant species also offers benefits to users of indoor environments, such as air purification, environmental comfort and maximization of well-being. Currently, we spend most of our time indoors. Thus, this strategy also adds to the architectural project the concept of biophilia, inherent human inclination to affiliate with nature, fundamental to physical, mental health and people's well-being. In general, the quality of the internal environment refers to the degree of efficiency and comfort experienced by individuals in interior buildings. The use of vegetation as an air qualifier in the indoor environment has been studied since the 1970s, however studies on the use of vertical gardens indoors are recent and sometimes limited to hermetically sealed chambers. In this context, there are few studies applied in real situations related to the quality of the internal environment and the use of vertical gardens. This work aimed to evaluate the benefits related to the well-being, comfort and air quality provided to students / users of a classroom through the insertion of living walls in this environment. From an experimental point of view, the research was carried out between February and November 2019 (including the production of seedlings, planting in modules, implementation of vertical gardens and data collection), in the D2 classroom of the 3rd grade of the high school of the College Polytechnic of the Federal University of Santa Maria. In this study, two plant species were used, *Arachis repens* (peanut-forage), a plant native to Brazil (widely used in vegetated cover) and *Chlorophytum comosum* (chlorophyte), recognized as a species that removes volatile organic compounds. The multi-method approach used in environmental perception studies was adopted as a methodology, listing identification of users' perception and measurement of parameters as research methods, using the tools for data collection: application of questionnaires, measurement of chemical and physical parameters (concentration of carbon dioxide, temperature and relative humidity), photographic survey and application of test preference. This research demonstrated, in general, that the use of vertical gardens brought benefits to users, qualifying the school's internal environment. Among the species used, the peanut-forage showed better results in terms of the students' perception analysis and the measured parameters of carbon dioxide concentration and relative humidity.*

Keywords: *Living walls. Indoor school environment. Environmental perception. Indoor environmental quality.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Museu de Ciência e Indústria, em Paris: (a) vista interna; (b) vista externa	31
Figura 2 – Jardins Verticais de Blanc: (a) Parque Floral de Paris; (b) Edifício Caixa Forum em Madri; (c) <i>Hotel Athanaeum</i> em Londres	32
Figura 3 – MFO Park, Suíça: (a) treliças e painéis modulares; (a) cabos de aço com vegetação	32
Figura 4 – <i>Bio-Lung</i> , na Expo 2005 em Aichi, Japão	33
Figura 5 – Classificação dos sistemas de jardins verticais de acordo com Pérez <i>et al.</i>	34
Figura 6 – Classificação dos sistemas de jardins verticais segundo com Manso e Castro-Gomes	35
Figura 7 – Hera-inglesa: (a) fachada; (b) fixação das raízes secundárias na parede	36
Figura 8 – Sistema de Cabos: (a) cabos em fachadas; (b) malhas de arame; (c) desenvolvido pela empresa Ecotelhado	37
Figura 9 – Treliças modulares: (a) fixação do sistema; (b) módulos de treliças dispostos em curva	38
Figura 10 – Mecanismo básico de uma bioparede	39
Figura 11 – Esquema do sistema desenvolvido por Patrick Blanc	40
Figura 12 – Módulos de sistema contínuo de parede viva: (a) Movimento 90°; (b) Vertigarden	41
Figura 13 – Módulos de Feltro Automotivo: (a) revestimento da fachada; (b) bolsos para plantio	41
Figura 14 – Parede verde contínua com espuma fenólica	42
Figura 15 – Módulos de tabuleiros com 3 nichos	43
Figura 16 – Paredes vivas de vasos: (a) estrutura de aço galvanizado; (b) estrutura de madeira	43
Figura 17 – Paredes vivas: (a) sacos flexíveis para paredes vivas; (b) revestimento de plantio	44
Figura 18 – Ligações hipotéticas causais	53
Figura 19 – Edifício Consórcio Santiago, Chile: (a) vista interna do jardim vertical; (b) elevação principal com jardim vertical	65

Figura 20 - Inserção da vegetação no ambiente interno: (a) vasos com vegetação na Decolar; (b) Canteiros na empresa Its Informov; (c) escritório da EasyCredit na Alemanha; (d) escritório da Skyscanner em Budapeste.....	66
Figura 21 – Jardim vertical com módulos em malha de aço.....	69
Figura 22 – Imagens do estudo: (a) jardim vertical; (b) circulação do ar; (c) sem jardim vertical.....	70
Figura 23 – Módulos dispostos no chão para verificação da absorção do som: (a) juntos, apenas com substrato; (b) juntos, com substrato e samambaias; (c) separados, apenas com substrato; (d) separados, com substrato e samambaias.....	71
Figura 24 – Imagens da última etapa do experimento de Yu <i>et al.</i> (2011): (a) foto da sala do experimento; (b) modelo tridimensional da sala.....	75
Figura 25 – Imagens dos experimentos de Yarn <i>et al.</i> : (a) experimento com plantas isoladas ; (b) sala com controle ambiental.....	76
Figura 26 – Desenho do estudo.....	79
Figura 27 – Localização do Campus Sede da Universidade Federal de Santa Maria no Perímetro Urbano do Município, Rio Grande do Sul, Brasil.....	83
Figura 28 – Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria.....	84
Figura 29 – Sala de aula: (a) fachada sul da sala de aula, período da manhã; (b) Esquema de Planta Baixa.....	85
Figura 30 – Imagens internas da sala de aula: (a) vista dos fundos; (b) vista da parede onde posteriormente foi instalada a parede viva.....	85
Figura 31 – Módulo confeccionado em feltro automotivo e perfis de aço zincado: (a) frente; (b) verso.....	86
Figura 32 – Estrutura para os módulos: (a) projeto; (b) registro da pré-montagem..	87
Figura 33 – Simulação da sala de aula com instalação do sistema móvel de paredes verdes.....	88
Figura 34 – Variedades de <i>Chlorophytum comosum</i> : (a) 'Comosum'; (b) 'Variegatum'; (c) 'Vittatum'.....	90
Figura 35 – Mudanças de <i>Chlorophytum comosum</i> 'Vittatum'.....	91
Figura 36 – Grama-amendoim: (a) floração; (b) mudas em estufa.....	92
Figura 37 – Mostrador de dióxido de carbono (CO ₂).....	95

Figura 38 – Locação do equipamento: (a) registro fotográfico; (b) planta baixa da sala de aula D2.....	97
Figura 39 – Planta Baixa com marcação dos pontos focais.....	98
Figura 40 – Imagens da sala de aula, dia 3 de outubro: (a) ponto focal 1; (b) ponto focal 2.....	98
Figura 41 – Imagens da sala de aula, dia 3 de outubro: (a) ponto Focal 3; (b) ponto focal 4.....	99
Figura 42 – Imagens da sala de aula, dia 24 de outubro: (a) ponto focal 1; (b) ponto focal 2; (c) ponto focal 3; (d) ponto focal 4.....	99
Figura 43 – Aparente estiolamento da espécie grama-amendoim.....	100
Figura 44 – Imagens da sala de aula, dia 14 de novembro: (a) ponto focal 1; (b) ponto focal 2; (c) ponto Focal 3; (d) ponto focal 4.....	101
Figura 45 – Gráfico referente ao sexo dos alunos.....	106
Figura 46 – Gráfico referente a idade dos alunos.....	107
Figura 47 – Gráfico sobre a preferência de ambiente.....	108
Figura 48 – Gráfico sobre o gosto por plantas.....	108
Figura 49 – Gráfico referente aos alunos que possuem plantas em casa.....	109
Figura 50 – Questão 6: (a) 3 de outubro; (b) 24 de outubro; (c) 14 de novembro...	110
Figura 51 – Descrição do Ambiente de Sala de Aula.....	111
Figura 52 – Gráfico referente as horas de permanência no local.....	112
Figura 53 – Gráfico de dias na semana que os alunos frequentam o local.....	112
Figura 54 – Gráfico referente a qualidade do ar na primeira hora do dia em sala de aula.....	113
Figura 55 – Gráfico referente a qualidade do ar no momento da entrevista.....	114
Figura 56 – Gráfico referente a sensação térmica na primeira hora do dia em sala de aula.....	116
Figura 57 – Gráfico referente a sensação térmica no momento da entrevista.....	117
Figura 58 – Gráfico sobre a percepção das correntes de ar.....	119
Figura 59 – Gráfico referente ao incômodo com cheiro.....	120
Figura 60 – Frequência de incômodo com cheiro.....	121
Figura 61 – Gráfico referente ao histórico de alergia.....	122
Figura 62 – Gráfico referente aos tipos de alergia.....	123
Figura 63 – Gráfico sobre os locais de agravamento da alergia.....	124
Figura 64 – Gráfico sobre a percepção de iluminação do ambiente.....	126

Figura 65 – Sala de aula: (a) sem parede viva; (b) parede viva da espécie grama-amendoim; (c) parede viva da espécie clorofito	127
Figura 66 – Gráfico referente ao por que o ambiente é bem iluminado	127
Figura 67 – Gráfico referente ao por que o ambiente ser mal iluminado	128
Figura 68 – Gráfico referente ao ambiente ser agradável visualmente ou não.....	129
Figura 69 – Gráfico referente a sentir-se confortável dentro da sala de aula	131
Figura 70 – Gráfico referente a dispersão dos alunos em sala de aula.....	132
Figura 71 – Gráfico referente ao o que mais atrai atenção em sala de aula.....	134
Figura 72 – Gráfico referente ao o que também atrai atenção em sala de aula	135
Figura 73 – Gráfico com resultado do teste de preferência	135
Figura 74 – Sem parede viva (3 de outubro)	140
Figura 75 – Parede viva com grama-amendoim (24 de outubro).....	142
Figura 76 – Parede viva com clorofito (14 de novembro)	144
Figura 77 – Gráficos de dispersão referentes a correlação entre os parâmetros físicos para o dia 3 de outubro de 2019	145
Figura 78 – Gráficos de dispersão referentes a correlação entre os parâmetros físicos para o dia 24 de outubro de 2019	147
Figura 79 – Gráficos de dispersão referentes a correlação entre os parâmetros físicos para o dia 24 de outubro de 2019	148
Figura 80 – Padrões das variáveis número de ocupantes e concentração de CO ₂ : (a) 3 de outubro – sem parede viva; (b) 24 de outubro – parede viva da espécie grama-amendoim ; (c) 14 de novembro – parede viva da espécie clorofito.	151

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Ficha técnica dos amostradores.....	63
Quadro 2 – Número de amostras por área construída.....	63
Quadro 3 – Critérios adotados para definição das espécies do experimento	88
Quadro 4 – Cronograma para coleta de dados	93
Quadro 5 – Interpretação das escalas de coeficientes de correlação.....	103
Quadro 6 – Dados coletados no dia 3 de outubro.....	139
Quadro 7 – Parâmetros medidos no dia 24 de outubro.....	140
Quadro 8 – Ambiente interno: 14 de novembro.....	142
Quadro 9 – Interpretação das escalas de coeficientes de correlação encontrados	149
Quadro 10 – Plantas para jardins verticais.....	169

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Temperatura interna e externa as 7h	116
Tabela 2 – Temperatura interna e externa as 10h	118
Tabela 3 – Percepção da qualidade do ar e correntes de ar.....	119
Tabela 4 – Tipos de cheiros que geram incômodos.....	121
Tabela 5 – Sintomas relacionados a sala de aula.....	125
Tabela 6 – Sintomas mais assinalados na Questão 16.....	125
Tabela 7 – Por que o ambiente é agradável visualmente?	130
Tabela 8 – Por que o ambiente não é agradável visualmente?.....	130
Tabela 9 – Dispersão dos alunos em sala de aula.....	132
Tabela 10 – Motivos da dispersão em sala de aula	133
Tabela 11 – Teste de preferência.....	136
Tabela 12 – Percepção dos alunos: gosto por plantas e satisfação visual	137
Tabela 13 – Percepção dos alunos: gosto por plantas e conforto.....	137
Tabela 14 – Correlação entre variáveis no dia 3 de outubro.....	145
Tabela 15 – Correlação entre variáveis no dia 24 de outubro.....	146
Tabela 16 – Correlação entre variáveis no dia 14 de novembro	148
Tabela 17 – Médias de parâmetros nas três situações	151

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	23
1.1 CONTEXTO E JUSTIFICATIVA.....	25
1.2 OBJETIVOS	26
1.2.1 Objetivo Geral	26
1.2.2 Objetivos Específicos	26
1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	26
2 JARDINS VERTICAIS	29
2.1 DEFINIÇÃO.....	29
2.2 ORIGEM E BREVE HISTÓRICO	30
2.3 CLASSIFICAÇÃO E TÉCNICAS DE CONSTRUÇÃO.....	34
2.3.1 Fachadas Verdes	35
2.3.1.1 <i>Fachadas Verdes Tradicionais ou Diretas</i>	35
2.3.1.2 <i>Fachadas Verdes Indiretas</i>	36
2.3.2 Paredes Vivas	38
2.3.2.1 <i>Paredes Vivas Contínuas</i>	39
2.3.2.2 <i>Paredes Vivas Modulares</i>	42
2.4 VEGETAÇÃO.....	44
2.4.1 Fisiologia Vegetal	45
2.4.2 Plantas de Meia-Sombra e Sombra utilizadas em Jardins Verticais	46
2.4.3 Plantas Nativas no Paisagismo	46
3 QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO	49
3.1 PERCEPÇÃO AMBIENTAL.....	50
3.2 AMBIENTE ESCOLAR.....	52
3.2.1 Componentes e Qualidade do Ambiente Escolar	52
3.2.2 Avaliação do Ambiente Escolar	55
3.3 QUALIDADE DO AR INTERIOR	57
3.3.1 Poluentes do Ar Interior	59
3.4.2.1 <i>Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs – Volatile Organic Compounds)</i>	60
3.4.2.2 <i>Compostos Inorgânicos (ICs – Inorganic Compounds)</i>	60
3.4.2.3 <i>Materiais Particulados (MP)</i>	61
3.3.2 Regulamentações	61
3.4 USO DA VEGETAÇÃO NA MELHORIA DA QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO.....	64
3.4.1 Vegetação, Produtividade e Bem-estar Geral	66

3.4.2 Vegetação, Conforto Térmico e Conforto Acústico	69
3.4.3 Biofiltração Botânica	72
3.4.3.1 <i>Biofiltração Botânica de Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs)</i>	73
3.4.3.2 <i>Biofiltração Botânica do Dióxido de Carbono (CO₂)</i>	75
4 MATERIAIS E MÉTODOS	79
4.1 FUNDAMENTAÇÃO E PREPARAÇÃO	80
4.1.1 Levantamento Bibliográfico.....	80
4.1.2 Local e Público Alvo.....	80
4.1.3 Amostra	81
4.1.4 Critérios de Inclusão e Exclusão.....	81
4.1.5 Aspectos Éticos e Riscos da Pesquisa	81
4.2 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO	82
4.2.1 Colégio Politécnico da UFSM	84
4.3 SISTEMA DE JARDIM VERTICAL: PAREDE VIVA.....	86
4.3.1 Módulos de Parede Viva.....	86
4.3.2 Estrutura para os Módulos	86
4.3.3 Definição das Espécies	88
4.3.4 Espécies Seleccionadas	88
4.3.4.1 <i>Chlorophytum comosum</i> (clorofito, gravatinha).....	89
4.3.4.2 <i>Arachis repens</i> (amendoim-rasteiro, grama-amendoim, amendoimzinho).....	91
4.4 COLETA DE DADOS.....	92
4.4.1 Aplicação de Questionários (<i>survey</i>).....	93
4.4.2 Medições de Parâmetros.....	94
4.4.2.1 <i>Equipamento Utilizado</i>	95
4.4.2.2 <i>Método da Coleta dos Parâmetros Químico e Físicos</i>	96
4.4.3 Registros Fotográficos.....	97
4.4.3.1 <i>Registro Fotográfico: 3 de outubro de 2019</i>	98
4.4.3.2 <i>Registro Fotográfico: 24 de outubro de 2019</i>	99
4.4.3.3 <i>Registro Fotográfico: 14 de novembro de 2019</i>	100
4.4.4 Aplicação de Teste de Preferência com uso de Imagens	101
4.5 TRATAMENTO E ANÁLISE DE DADOS	102
4.5.1 Questionários (<i>survey</i>).....	102
4.5.2 Parâmetros Químico e Físicos.....	102
4.5.3 Teste de Preferência.....	104

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	105
5.1 QUESTIONÁRIOS (<i>SURVEY</i>)	105
5.1.1 Questionário: Sociodemográfico	105
5.1.2 Questionário: Percepção Ambiental	107
5.1.3 Questionário: Conforto Ambiental	109
5.2 TESTE DE PREFERÊNCIA	135
5.3 PARÂMETROS QUÍMICO E FÍSICOS	137
5.3.1 Apresentação dos Dados	138
5.3.1.1 <i>Sem Vegetação (3 de outubro)</i>	138
5.3.1.2 <i>Parede Viva com grama-amendoim (24 de outubro)</i>	140
5.3.1.3 <i>Parede Viva com clorofito (14 de novembro)</i>	142
5.3.2 Análise de Correlação	144
5.3.2.1 <i>Sem Parede Viva (3 de outubro)</i>	144
5.3.2.2 <i>Parede Viva com grama-amendoim (24 de outubro)</i>	146
5.3.2.3 <i>Parede Viva com clorofito (14 de novembro)</i>	147
5.3.2.4 <i>Conclusões da Análise de Correlação</i>	149
5.3.3 Análise em relação a Resolução nº9 (ANVISA, 2003)	151
6 CONCLUSÕES	153
6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	155
REFERÊNCIAS	157
APÊNDICE A – PLANTAS PARA JARDINS VERTICAIS	169
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO APLICÁVEL AOS ALUNOS	175
APÊNDICE C – TESTE DE PREFERÊNCIA APLICADO AOS ALUNOS	178
APÊNDICE D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	179
APÊNDICE E – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO RESPONSÁVEIS PELOS ALUNOS	182
APÊNDICE F – ASSENTIMENTO DO MENOR	185
APÊNDICE G – TERMO DE CONFIDENCIALIDADE	188
APÊNDICE H – AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL	189
APÊNDICE I – AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL	190

1 INTRODUÇÃO

O termo “jardim vertical” refere-se as diversas formas de superfícies de paredes, delimitadas pelo crescimento e desenvolvimento de vegetação. O conceito de jardim vertical é remoto, com exemplos na história da arquitetura chegando até os babilônios. Porém, a popularização dos jardins verticais deu-se no início do século XXI, com o botânico francês Patrick Blanc, ao instalar jardins verticais de tecnologia própria e patenteada em vários países chamando-os inicialmente de *jardim vertical* e após 1994, passando a chamá-los de *mur vegetal* (MANSO; CASTRO-GOMES, 2015).

Na atualidade o uso da vegetação como estratégia bioclimática no ambiente construído é amplamente reconhecido pelos benefícios térmicos. A utilização da vegetação como elemento de cobertura e de fachada, pode minimizar o ganho de calor, proporcionando melhor condição no conforto térmico às edificações (MORRELLI, 2016). No entanto, a utilização de espécies vegetais também pode oferecer benefícios aos usuários de espaços internos.

Segundo Keeler e Burke (2010), o uso da vegetação incorpora o conceito de maximização do bem-estar ao projeto arquitetônico, proporcionando inúmeros benefícios ao usuário, através da qualificação do ambiente interno. Porém, os benefícios do contato com a natureza muitas vezes dependem de uma experiência repetida, contínua. As pessoas podem possuir inclinação própria para a afiliação com a natureza, porém, esta tendência biológica precisa ser nutrida e desenvolvida para tornar-se funcional. Esta necessidade humana é chamada de biofilia.

A biofilia é a inerente inclinação humana para se afiliar à natureza que, mesmo no mundo moderno, continua a ser fundamental para a saúde física, mental e o bem-estar das pessoas. A ideia da biofilia origina-se na compreensão da evolução humana. Por mais 99% da nossa história nos desenvolvemos biologicamente em uma resposta adaptativa as forças naturais não artificiais (KELLERT; CALABRESE, 2015, tradução nossa).

Ainda conforme Kellert e Calabrese (2015), um dos impedimentos mais significativos para a experiência positiva da natureza na atualidade é o paradigma predominante no desenvolvimento do ambiente construído. O ambiente construído e

o design de paisagem, em grande parte, tratam a natureza como um obstáculo a ser superado. O resultado disto foi uma crescente desconexão entre pessoas e natureza.

Registros históricos apontam que os antigos babilônios, egípcios e persas foram os primeiros povos a cultivar plantas em jardins. Provavelmente, esta prática desenvolveu-se não apenas da necessidade de sobrevivência, mas também, da necessidade de ter novamente a natureza junto de si, já que durante a existência destas civilizações surgiram também as primeiras grandes cidades (STUMPF, 2009). É possível que o convívio diário com estes jardins tenha contribuído para que o homem percebesse as qualidades estéticas que algumas espécies apresentavam e passasse a cultivá-las com a função de embelezamento (PILOTTO, 1997). Conforme Kikuchi (1995), foi por volta de 2000 a.C. no Egito e na China que surgiram os primeiros jardins com a intenção de ornamentar templos e residências, neste momento a beleza das plantas passou definitivamente a fazer parte dos jardins e da decoração de ambientes internos.

No entanto, além dos benefícios relacionados aos conceitos de biofilia, o uso de plantas proporciona a melhoria do ar no ambiente interno; conseqüentemente, promove também a melhoria na qualidade do ambiente interno (QAI). Estudos realizados, desde dos anos 1970, pela Agência Aeroespacial Americana (*NASA - National Aeronautics and Space Administration*), relatam o uso de plantas como ferramenta de controle de compostos tóxicos presentes no ar com a intenção de controlar o nível destes compostos acumulados no interior de naves e estações espaciais (KEELER; BURKE, 2010).

Segundo Mesquita e Araújo (2006), ambientes fechados climatizados artificialmente sofrem a redução da captação do ar externo ocasionando o aumento da concentração de poluentes químicos e problemas quanto à regulação de umidade e temperatura, tornando estes ambientes nocivos à saúde dos seus ocupantes. Estes fatores são causa da chamada “Síndrome do Edifício Doente” (SED), reconhecida em 1982 pela Organização Mundial de Saúde (OMS) como a existência de baixa qualidade do ar em ambientes internos e classificada como um problema de saúde ocupacional. Já no Brasil, para o Ministério da Saúde, a SED consiste no surgimento de sintomas que são comuns à população em geral, mas que, em uma situação temporal, pode ser relacionado a um edifício em particular (BRASIL, 1998).

Entre 1998 e 2003 foram publicados no Brasil, pelo Ministério da Saúde e pela ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária – órgão regulamentador do sistema de saúde no Brasil), documentos que abordam o problema da qualidade do ar interior. No entanto, a resolução mais atual sobre o assunto é de janeiro de 2003. A Resolução nº 9, atualiza a Resolução nº 176 e determina a publicação de orientação técnica elaborada por grupo técnico assessor, sobre Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior, em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo referentes a contaminação microbiológica, química e física (ANVISA, 2003).

Entre os estudos mais recentes, relacionados ao uso da vegetação no ambiente interno, destacam-se os trabalhos de Moya *et al.* (2019), Evensen *et al.* (2017), Davis *et al.* (2017), Cetin e Sevik (2016), Davis, Ramirez e Pérez (2016) e Yarn *et al.* (2013). Moya *et al.* (2019) citam que a capacidade da planta de absorver poluentes é bem documentada em estudos de laboratório. Porém, o efeito das plantas no ambiente interno exige investigações adicionais para esclarecer a capacidade total das plantas em ambientes reais.

1.1 CONTEXTO E JUSTIFICATIVA

Atualmente a inclusão de jardins verticais em ambientes internos tem sido amplamente disseminada no segmento de Arquitetura de Interiores. Diante dos estudos analisados, entende-se que o uso desta estratégia sustentável proporciona inúmeros benefícios ao usuário e melhora a qualidade do ambiente interno. Estudos realizados em câmaras hermeticamente fechadas simulam a melhoria da qualidade do ar através do uso de plantas em ambientes internos, outros referem-se à melhoria do bem-estar, atenção e produtividade em ambientes de trabalho e estudo. Porém, percebe-se uma lacuna de conhecimento científico referente ao uso de jardins verticais inseridos nestes ambientes. Desta forma, este trabalho busca investigar os benefícios relacionados ao uso de jardins verticais no ambiente interno escolar. Assim, partiu-se da hipótese de que os principais benefícios desta estratégia sustentável no ambiente interno sejam os relacionados com variáveis ambientais de qualidade de ar e de bem-estar, tendo este estudo o intuito contribuir para a comprovação destes benefícios. Neste sentido, esta pesquisa busca a melhoria da qualidade do ambiente escolar interno através do uso de jardins verticais inseridos em salas de aula.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar os efeitos da inserção de paredes vivas na qualidade do ambiente interno escolar relacionados ao bem-estar, conforto e à qualidade do ar.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar os benefícios proporcionados à percepção do ambiente interno dos educandos com a inserção de paredes vivas no ambiente de sala de aula.
- Avaliar e comparar os parâmetros de concentração de CO₂, temperatura ambiente, umidade relativa do ar, número de ocupantes na qualidade do ambiente interno em três situações da sala de aula (sem paredes vivas, com paredes vivas da espécie grama-amendoim e com paredes vivas da espécie clorofito).
- Conhecer a viabilidade do uso de parede vivas no ambiente escolar com vista na implantação desta estratégia em edifícios existentes.

1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

No primeiro capítulo são apresentados os itens introdutórios da pesquisa, através da contextualização e justificativa do tema, bem como objetivos e etapas metodológicas do estudo.

O segundo e terceiro capítulos são destinados à revisão bibliográfica dos assuntos pertinentes ao embasamento teórico do tema da pesquisa, tendo como intuito reforçar sua pertinência e relevância, identificando lacunas de conhecimento e a contribuição desta pesquisa para o avanço científico na área. Desta forma, o segundo capítulo compreende o estudo dos jardins verticais – apresentando sua definição, classificação e histórico no contexto arquitetônico. Já no terceiro capítulo são apresentados os estudos relacionados a qualidade no ambiente interno, com foco na percepção do ambiente interno, os benefícios do uso da vegetação, o ambiente escolar e a qualidade do ar interior.

No quarto capítulo são descritos os materiais e métodos adotados, através da fundamentação e preparação para a realização deste trabalho, bem como caracterização do objeto de estudo, a descrição do sistema de jardim vertical adotado, definição das espécies e os métodos usados para coleta, tratamento e análise dos dados. O quinto capítulo é destinado a apresentação dos resultados e discussões. No sexto capítulo são apresentadas as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

2 JARDINS VERTICAIS

Atualmente, é notório o crescimento do uso de jardins verticais no mundo. Morelli (2012), destaca que este uso tem sido explorado em decorrência das transformações no espaço urbano ocorrida nas últimas décadas, principalmente em função a diminuição dos espaços, fazendo com que os moradores se sintam emparedados, sendo o uso de jardins verticais uma forma de amenizar esse feito.

Desta forma, existe no mercado atual uma grande oferta de diferentes tipos de jardins verticais com variadas formas de instalação, sua classificação fundamenta-se principalmente no tipo de sistema adotado para estrutura e plantio da vegetação. No entanto, o uso de jardins verticais tem origem remota e faz-se importante a fundamentação histórica e teórica desta ferramenta para esta pesquisa. Assim, esta seção apresenta definição, origem, breve histórico, classificação e técnicas de construção dos jardins verticais.

2.1 DEFINIÇÃO

O termo “jardim vertical abrange diferentes modelos de sistemas que permitem o crescimento e desenvolvimento de vegetação em superfícies verticais (PECK *et al.*, 1999; PÉREZ *et al.*, 2011; MANSO; CASTRO-GOMES, 2015).

Conforme Manso e Castro-Gomes (2015), considerando o desenvolvimento recente de novas tecnologias, é importante identificar e classificar os diferentes sistemas, de acordo com suas técnicas de construção e características. Autores, como Sharp *et al.* (2008), Pérez *et al.* (2011) e Manso e Castro-Gomes (2015), classificam os sistemas em dois grandes grupos: Fachadas Verdes e Paredes Vivas. As Fachadas Verdes diferem das Paredes Vivas quanto à tecnologia empregada, visto que as Paredes Vivas permitem a integração da natureza nas paredes de edifícios altos de forma rápida, em grandes áreas, com crescimento uniforme e maior variedade de espécies do que os sistemas de Fachadas Verdes. Nas Paredes Vivas a vegetação pode ser pré-plantada ou plantada diretamente nas estruturas do sistema, ao longo da superfície vegetada (MANSO; CASTRO-GOMES, 2015).

Segundo Cruciol Barbosa e Fontes (2016), “o fator determinante para ser considerado um jardim vertical é a necessidade de a vegetação crescer e se desenvolver pela parede ou pela estrutura, que pode ser plantada no solo ou em

jardineiras”. Outro aspecto abordado por estes autores é que não são mencionadas (nos estudos referenciados pelos mesmos) dimensões mínimas para ser considerado um jardim vertical, “isso leva a entender que, além das amplas fachadas cobertas com vegetação, os pequenos quadros verdes internos, muretas e pequenas trepadeiras subindo por uma parede também podem ser considerados jardins verticais” (CRUCIOL BARBOSA; FONTES, 2016).

2.2 ORIGEM E BREVE HISTÓRICO

O uso de paredes verdes na arquitetura é antigo, com exemplos na história da arquitetura chegando até os babilônios – com os famosos Jardins Suspensos. Porém, existem poucas evidências arqueológicas para apoiar a suposta escala maciça dos jardins da antiga Mesopotâmia. Entre os anos 3 a.C. e 17º d.C. há registros sobre os muros cobertos por videiras dos quintais dos palácios no Mediterrâneo e do Império Romano, o que caracterizam a primeira forma de fachada verde, como são conhecidos na atualidade (SHARP *et al.*, 2008).

Nos séculos XVII e XIX, em cidades como Berlim e Munique na Alemanha, era costume o plantio de vegetação nas edificações de aluguel em substituição aos acabamentos externos das alvenarias. Também era tradicional no país o uso de vegetação em fachadas de moinhos, servindo como uma camada extra de isolamento com o objetivo de evitar o aquecimento excessivo do maquinário no interior da edificação (KÖHLER, 2008). Porém, apenas durante o século XX, com o Movimento Cidades-Jardim, ocorreu a integração do jardim com a construção através de elementos construídos, tais como: pérgolas, estruturas de treliças e plantas trepadeiras auto aderentes (SHARP *et al.*, 2008). Por meio das Cidades-Jardim também surgiram incentivos para instalação de fachadas verdes (MANSO; CASTRO-GOMES, 2015).

Conforme Leenhardt (1994), com a ascensão do movimento moderno, a integração da vegetação com a arquitetura aconteceu principalmente com o conceito de teto-jardim. No entanto, o uso das trepadeiras aderentes em fachadas decaiu devido a necessidade de podas e demais cuidados regulares que desestimulavam seu uso. Segundo Sharp *et al.* (2008), no início da década de 1990 houve a introdução no mercado Norte Americano dos sistemas de cabos de aço inoxidável e painéis

modulares de treliça para fachadas verdes. Em 1993, ocorreu a primeira grande instalação de um sistema de treliças na *Universal City Walk*, em Los Angeles, na Califórnia. No ano de 1994 foi instalada no edifício *Canada Life*, em Toronto, Canadá, a primeira de parede viva com sistema de biofiltração.

No entanto, o uso de paredes vegetadas ganhou grande popularidade no início do século XXI, com o botânico francês Patrick Blanc, ao instalar jardins verticais com tecnologia própria e patenteada em vários países chamando-os de *mur vegetal* (BLANC, 2008; COSTA, 2011).

Nos anos 70, em viagens exploratórias pelas principais florestas tropicais do mundo, como Amazônia e Tailândia, Patrick Blanc observou que algumas plantas conseguiam sobreviver em condições extremas sem qualquer tipo de substrato que pudesse fornecer nutrição adequada a elas. Assim, o botânico passou a desenvolver experiências de sistemas artificiais de sobrevivência de plantas. No entanto, as plantas sobreviviam pouco tempo e os materiais utilizados por Blanc não possuíam durabilidade. Em 1977, empresas desenvolveram uma manta de rega atóxica, imputrescível e retentora de água, utilizada em estufas agrícolas que apresentava alta durabilidade e distribuía homogeneamente os minerais através de um sistema de rega hidropônico. Este material passou a ser usado por Blanc em seus jardins verticais, sendo um dos primeiros jardins verticais de Patrick Blanc construído no Museu de Ciência e Indústria em Paris, no ano de 1986. O jardim foi implantado no interior de uma passarela como pode ser observado na Figura 1 (VERTIGARDEN, 2020).

Figura 1 – Museu de Ciência e Indústria, em Paris: (a) vista interna; (b) vista externa



Fonte: VERTICAL GARDEN PATRICK BLANC (2019).

Entretanto, o projeto do botânico que ganhou grande repercussão internacional foi no Parque Floral de Paris, em 1994 (Figura 2a). Depois disso, sua obra cresceu e

se espalhou por museus, prédios públicos e privados, lojas, restaurantes pelas grandes capitais mundiais como Paris, Madrid, Nova Iorque, Milão, Sidney, Tóquio, Hong Kong, entre outros locais (VERTICALGARDEN, 2019). Entre os jardins verticais de Blanc, estão o jardim no Edifício Caixa Forum em Madrid (Figura 2b) e no *Hotel Athanaeum* em Londres (Figura 2c).

Figura 2 – Jardins Verticais de Blanc: (a) Parque Floral de Paris; (b) Edifício Caixa Forum em Madrid; (c) *Hotel Athanaeum* em Londres



Fonte: (a) VERTICALGARDEN (2019); (b) TWISTEDSIFTER (2019); (c) STYLEPARK AG (2019).

No Brasil, o botânico apresentou dois projetos itinerantes: o primeiro em 2004, em uma exposição sobre os fósseis da Chapada do Araripe, que aconteceu em Pernambuco; e o segundo em 2009, na exposição “Os Caminhos da Arte entre França e Brasil”, realizada na *Pinakothke Cultural* do Rio de Janeiro (VERTIGARDEN, 2019).

Neste contexto, outros projetos de jardins verticais também merecem destaque, como a estrutura de 300 metros de comprimento e 50 de altura, com vários níveis, instalada *MFO Park* em Zurique, em 2002 na Suíça (Figura 3). O projeto contou com mais de 1.300 plantas. O parque caracteriza-se pelo seu design moderno e incomum, formado por uma estrutura de paredes duplas, envolvida por plantas trepadeiras, conforme Sharp *et al.* (2008).

Figura 3 – MFO Park, Suíça: (a) treliças e painéis modulares; (a) cabos de aço com vegetação



Fonte: ZURIK (2019).

Na Expo 2005, em Aichi no Japão, houve uma imensa exibição de jardins verticais patrocinada pelo governo japonês (Figura 4). O *Bio-Lung* (Bio-Pulmão), peça central da exposição, é dito ser a maior parede verde do mundo, medindo 150 metros de comprimento e 15 metros de altura e composta por 30 diferentes sistemas de paredes verdes modulares disponíveis no Japão. O nome Bio-Pulmão teve a intenção de comunicar que esse tipo de estrutura pode usar o poder das plantas para funcionar como um pulmão nas cidades (SHARP *et al.*, 2008).

Figura 4 – *Bio-Lung*, na Expo 2005 em Aichi, Japão



Fonte: BLOG ELLERG (2009).

Neste sentido, destacam-se outros programas de incentivo ao uso de jardins verticais, como o Plano de Gestão das Paisagens, implantando em 2007 na cidade norte-americana de Seattle, intitulado Fator Verde de Seattle (SHARP *et al.*, 2008). O plano incentiva o uso de camadas de vegetação, preservação de árvores, telhados verdes e paredes de vegetação e oferecem bônus para a coleta de água da chuva, plantações que sejam visíveis ao público e uso de plantas com baixa exigência de água em novos assentamentos (SEATTLE, 2019). Bem como, as ações promovidas pela *Green Roofs for Healthy Cities* (GRHC – Associação da Indústria de Telhado e Parede Verde da América do Norte), que lançou em 2008 o *Green Wall Award of Excellence* (Prêmio Muro Verde de Excelência) e *Green Wall Research Fund* (Fundo de Pesquisa Muro Verde (Sharp *et al.*, 2008). A GRHC é uma organização sem fins lucrativos, que tem como missão desenvolver e proteger o mercado, aumentando a consciência dos benefícios econômicos, sociais e ambientais de telhados verdes, jardins verticais e outras formas de arquitetura viva através da educação, defesa de

direitos, desenvolvimento profissional e celebrações de excelência (GREENROOFS, 2020).

2.3 CLASSIFICAÇÃO E TÉCNICAS DE CONSTRUÇÃO

Atualmente, pode-se encontrar jardins verticais com variadas formas de instalação e técnicas de construção, tais como: estrutura de módulos de concreto, treliça metálica, painéis modulares de plástico e bolsa de manta (KÖHLER, 2008). Autores como Sharp *et al.* (2008), Pérez *et al.* (2011) e Manso e Castro-Gomes (2015), classificam os sistemas em dois grandes grupos: Fachadas Verdes e Paredes Vivas. Para Pérez *et al.* (2011), há também a inclusão das subdivisões extensivo e intensivo – baseadas na complexidade construtiva, custo de implementação e na manutenção adicional. Os sistemas extensivos possuem fácil construção e manutenção, já os intensivos caracterizam-se como sistemas mais complexos. O esquema da classificação de acordo com Pérez *et al.* pode ser observado na Figura 5.

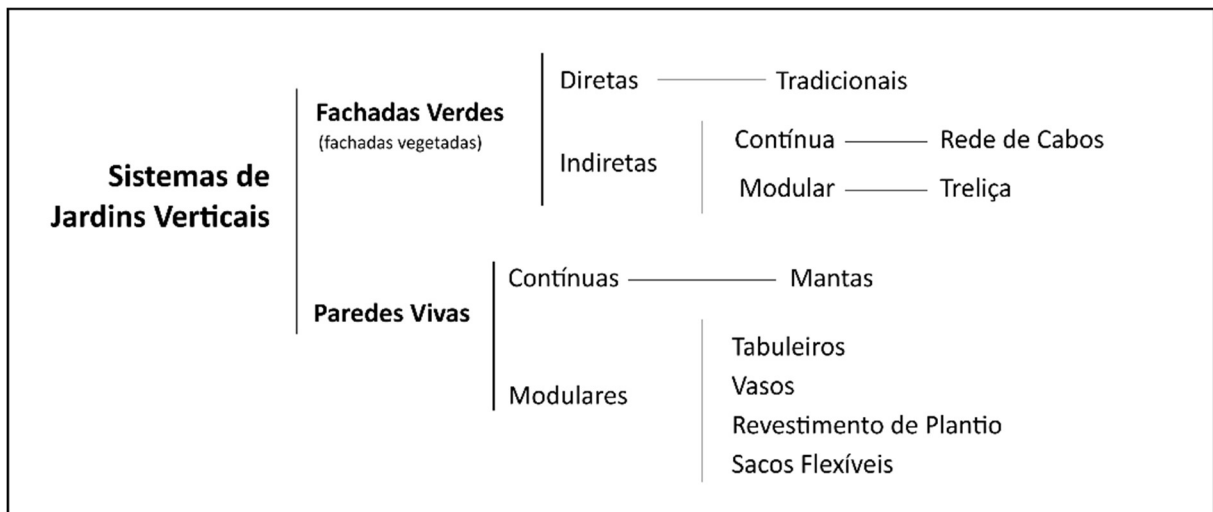
Figura 5 – Classificação dos sistemas de jardins verticais de acordo com Pérez *et al.*



Fonte: Adaptação de Pérez *et al.* (2011).

No entanto, Manso e Castro-Gomes (2015), propõem a classificação dos jardins verticais conforme os diferentes sistemas existentes e suas características de construção (Figura 6).

Figura 6 – Classificação dos sistemas de jardins verticais segundo com Manso e Castro-Gomes



Fonte: Adaptação de Manso e Castro-Gomes (2015).

Os conceitos mais recentes de paredes incluem materiais e ecologia para suportar uma grande variedade de plantas, criando um crescimento uniforme ao longo da superfície. Assim, as fachadas verdes ou vegetadas subdividem-se em direta e indireta, sendo que as indiretas se subdividem em contínuas e modulares, da mesma forma acontece como as paredes vivas. Neste trabalho é adotada a classificação proposta por Manso e Castro-Gomes (2015).

2.3.1 Fachadas Verdes

O conceito de fachadas verdes é fundamentado na inserção de plantas trepadeiras ao longo de uma parede. A vegetação pode crescer diretamente sobre a superfície vertical da parede ou fixada na estrutura inserida sobre a superfície vertical – nesse caso, encontram a uma certa distância da parede (DUNNETT; KINGSBURY, 2008). Assim, segundo Manso e Castro-Gomes (2015), as fachadas verdes são divididas em diretas e indiretas. As diretas são também chamadas de tradicionais, já as indiretas são subdivididas em contínuas (compostas por redes de cabos) e modulares (que abrangem os sistemas de treliças).

2.3.1.1 Fachadas Verdes Tradicionais ou Diretas

Conforme Manso e Castro-Gomes (2015), as fachadas verdes tradicionais são jardins verticais em que a vegetação é plantada na base da parede (no solo, em vasos intermediários ou mesmo em telhados) fixando-se diretamente na mesma. Nestes sistemas as espécies levam em torno de 3 a 5 anos para atingir a cobertura total (SHARP *et al.*, 2008).

Geralmente, no sistema tradicional são utilizadas plantas trepadeiras como *Hedera helix* (hera-inglesa), pois a estrutura da raiz secundária dessa espécie permite que a planta se fixe diretamente a uma parede, cobrindo superfícies inteiras (Figura 7a). No entanto, suas raízes secundárias podem causar degradação no reboco e na pintura, ocasionando reparo na parede quando se opta pela remoção das plantas da fachada. Na figura 7b podem ser observadas as raízes secundárias da hera-inglesa.

Figura 7 – Hera-inglesa: (a) fachada; (b) fixação das raízes secundárias na parede



Fonte: SHARP *et al.* (2008).

Outros exemplos de plantas trepadeiras utilizadas nas fachadas verdes são a *Parthenocissus tricuspidata* (falsa-vinha) e a *Ficus pumila* (unha-de-gato ou falsa-hera) (DUNNETT; KINGSBURY, 2008).

2.3.1.2 Fachadas Verdes Indiretas

Os sistemas de fachadas verdes indiretas, também chamados de cortinas vegetais ou dupla-fachada verde, incluem os sistemas contínuos e os modulares. Estes sistemas são inovações tecnológicas surgidas na Europa e na América do Norte que resultaram no desenvolvimento de estruturas para apoiar as plantas trepadeiras,

mantendo-as afastadas das paredes e de outras superfícies da construção (SHARP *et al.*, 2008).

Os sistemas de cabos (contínuos) são baseados em um único suporte de estrutura que direciona o desenvolvimento das plantas ao longo de toda superfície (MANSO; CASTRO-GOMES, 2015). Conforme Sharp *et al.* (2008), os cabos usados em fachadas verdes são dimensionados para suportar o crescimento plantas com folhagem mais densa (Figura 8a). Já as malhas de arame, também consideradas como sistema por cabos (Figura 8b), são usadas para suportar plantas de crescimento mais lento que precisam de suporte adicional fornecendo espaçamentos menores que os cabos. As malhas são mais flexíveis e proporcionam um maior grau de aplicações do que os cabos. Ambos os sistemas usam cabos de aço de alta resistência, âncoras e equipamento suplementar.

No Brasil, o sistema de cabo pode ser encontrado no mercado com o nome de brise vegetal, desenvolvido pela empresa Ecotelhado. O sistema é composto por jardineiras metálicas dispostos ao longo da parede, dessas jardineiras partem cabos de aço inoxidável com função de conduzir as plantas trepadeiras. Na Figura 8c pode-se observar o sistema de cabos desenvolvido pela Ecotelhado (ECOTELHADO, 2019).

Figura 8 – Sistema de Cabos: (a) cabos em fachadas; (b) malhas de arame; (c) desenvolvido pela empresa Ecotelhado



Fonte: (a) (b) Sharp *et al.* (2008); (c) ECOTELHADO (2019).

Semelhante ao sistema de cabos, as treliças modulares resultam da instalação de vários elementos ao longo da superfície (MANSO; CASTRO-GOMES, 2015). Conforme Sharp *et al.* (2008), este tipo de jardim vertical consiste em um painel tridimensional rígido e leve feito de fio de aço galvanizado e soldado (Figura 9a). Os

módulos podem ser sobrepostos e unidos para cobrir grandes áreas. Assim, também podem ser utilizados para criar formas e curvas, conforme apresentado na Figura 9b.

Figura 9 – Treliças modulares: (a) fixação do sistema; (b) módulos de treliças dispostos em curva



Fonte: Sharp *et al.* (2008).

Segundo Sharp *et al.* (2008), por serem produzidos com material rígido os módulos podem se estender entre estruturas e também podem ser usados em paredes verdes autônomas.

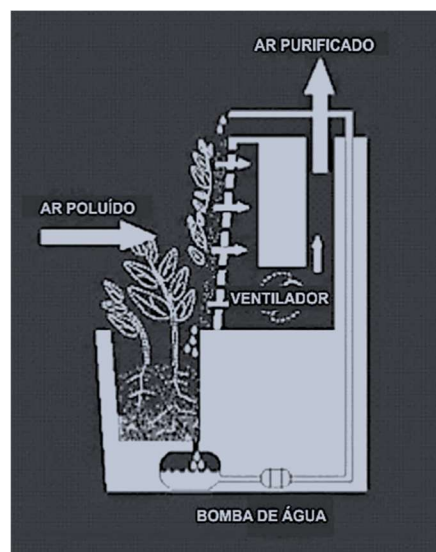
2.3.2 Paredes Vivas

Conforme Manso e Castro-Gomes (2015), os sistemas de paredes vivas são uma área bastante recente de inovação no campo de revestimento de paredes. Esse sistema surgiu para permitir a integração da natureza as paredes de edifícios altos, permitindo a cobertura rápida de grandes áreas e crescimento uniforme ao longo da superfície vertical, bem como a integração de mais variedade de espécies do que em outros sistemas. Esta tecnologia permite que a vegetação seja pré-plantada ou plantada diretamente nas estruturas do sistema ao longo da fachada vegetada.

As paredes vivas são classificadas conforme com o seu método de aplicação em dois tipos: as contínuas e as modulares (SHARP *et al.*, 2008; MANSO; CASTRO-GOMES, 2015). Outro tipo de parede viva, chamada “bioparede”, é relacionada ao uso de jardins verticais inseridos em espaços interiores com intuito de melhorar estes ambientes. Conforme Manso e Castro-Gomes (2015), este conceito inclui a tecnologia envolvida em paredes vivas, portanto, pode ser inserido nesta categoria.

Uma bioparede destina-se a ser integrada à infraestrutura do edifício, sendo projetada para purificar o ar interior e também fornecer regulação térmica. É um sistema hidropônico alimentado por água rica em nutrientes que é recirculada entre a vegetação, disponibilizada no topo da parede de tecido geotêxtil e coletada em uma calha na parte inferior (SHARP *et al.*, 2008). O mecanismo da bioparede pode ser visualizado na Figura 10.

Figura 10 – Mecanismo básico de uma bioparede



Fonte: Adaptação de Sharp *et al.* (2008).

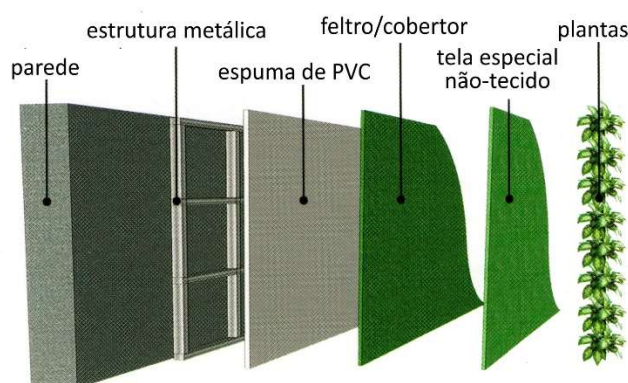
Nas bioparedes, os microrganismos são responsáveis pela remoção de compostos orgânicos voláteis do ar (VOCs, na sigla em inglês), enquanto a folhagem absorve o monóxido (CO) e o dióxido de carbono (CO₂). O ar purificado, produzido no processo natural da planta, é redirecionado para fora da estrutura através de um ventilador e liberado no ambiente interno. Uma variação desse conceito poderia ser aplicada em sistemas de fachada verde externos à edifícios (SHARP *et al.*, 2008).

2.3.2.1 Paredes Vivas Contínuas

Os jardins verticais de sistemas contínuos de paredes vivas também são conhecidos como *mur vegetal*, nome dado pelo francês Patrick Blanc. A tecnologia desenvolvida por Blanc consiste em um sistema hidropônico que tem como matéria prima material têxtil com irrigação embutida, a água é coletada na base da parede e

recirculada de volta ao topo (MANSO; CASTRO-GOMES, 2015). Desta forma, o sistema de Blanc é composto por três partes: estrutura metálica de suporte, placa de PVC (policloreto de vinila) e duas camadas de feltro ou tecido geotêxtil, conforme Blanc (2008). O esquema do sistema desenvolvido pelo botânico é apresentado na figura 11.

Figura 11 – Esquema do sistema desenvolvido por Patrick Blanc



Fonte: Adaptação de Aihong (2018).

Os jardins verticais do botânico são considerados contínuos pois as espécies não encontram barreiras físicas para se desenvolverem. A vegetação é plantada no feltro, através de cortes na primeira camada, onde são moldados bolsos e a planta é encaixada. No espaço formado entre as camadas de feltro as plantas enraízam no substrato e no tecido (CRUCIOL BARBOSA; FONTES, 2016).

Conforme Blanc (2008), a alta capilaridade do feltro garante a melhor distribuição da água na parede viva. A estrutura metálica, presa à parede, permite um afastamento entre o sistema e a construção, formando um bolsão de ar, transformando o sistema em um excelente isolante térmico e acústico, mantendo a integridade do prédio.

No Brasil, empresas como a Vertigarden e Movimento 90°, desenvolveram módulos com tecnologia semelhante a utilizada por Blanc. Os módulos dessas empresas podem ser observados na Figura 12.

Figura 12 – Módulos de sistema contínuo de parede viva: (a) Movimento 90°; (b) Vertigarden



Fonte: (a) Movimento 90° (2019); (b) Vertigarden (2019).

Tendo como referência o uso de feltro em paredes vivas, o Setor de Floricultura e Paisagismo do Colégio Politécnico da UFSM desenvolveu módulos de jardim vertical com custo reduzido. Os jardins verticais foram produzidos a partir de reuso de materiais, tendo como principal matéria prima o feltro automotivo, os módulos são fixados diretamente na estrutura da parede, tornando-se uma superfície contínua para o desenvolvimento da vegetação (Figura 13a). Os bolsos ou células, onde são plantadas as mudas são abertos no próprio feltro (Figura 13b), diferente dos métodos adotados em outros sistemas de paredes vivas contínuas, como os de Patrick Blanc, onde são utilizadas duas camadas de material geotêxtil sobrepostas. Outra diferença em relação ao sistema do botânico francês é o uso de substrato para suprimento de nutrientes, desta forma, este não é considerado um sistema hidropônico (RIBEIRO; SCHERER; RODRIGUES, 2019).

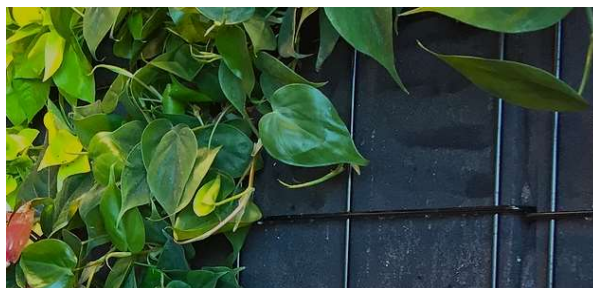
Figura 13 – Módulos de Feltro Automotivo: (a) revestimento da fachada; (b) bolsos para plantio



Fonte: Autora (2019).

Pertencente a mesma categoria, o sistema com espuma fenólica (própria para o plantio de vegetação), no qual a espuma substitui o feltro formando um grande bloco permitindo o desenvolvimento da vegetação. O sistema pode ser visualizado na Figura 14.

Figura 14 – Parede verde contínua com espuma fenólica



Fonte: (GREENWALLS, 2020).

Para garantir a continuidade do sistema, cada bloco normalmente inclui um sistema de intertravamento conectando um bloco a outro. Esse elemento pode ser uma tela formando uma grade para evitar que as plantas caiam (MANSO; CASTRO-GOMES, 2015).

2.3.2.2 Paredes Vivas Modulares

Os sistemas modulares de paredes vivas, tem origem mais recente (DUNNETT; KINGSBURY, 2008). Os módulos são elementos que incluem o meio de cultura em que as plantas podem desenvolver-se. Cada elemento é composto por uma estrutura complementar ou fixado diretamente na superfície vertical. Os tipos de sistemas modulares diferem entre si na sua composição, peso e montagem. Os módulos podem ser em forma de tabuleiros, vasos, sacos flexíveis ou blocos (MANSO; CASTRO-GOMES, 2015). Conforme Sharp *et al.* (2008), estes módulos podem ser produzidos em materiais como plástico, poliestireno expandido, tecido sintético, argila, metal e concreto, e apoiar uma grande diversidade e quantidade espécies vegetais (samambaias, arbustos baixos, espécies perenes, com flores e plantas comestíveis). Devido à grande diversidade e densidade das espécies utilizadas nesse tipo de

sistema, as paredes vivas normalmente exigem maior manutenção (suprimento de nutrientes para fertilizar as plantas) que as fachadas verdes.

Neste tipo de jardim vertical, a irrigação é fornecida em diferentes níveis ao longo da parede, usando a gravidade para mover a água através do meio onde as plantas se desenvolvem. Os sistemas modulares costumam ser pré-cultivados, proporcionando um efeito verde "instantâneo" após a conclusão da instalação (SHARP *et al.*, 2008).

Segundo Manso e Castro-Gomes (2015), os tabuleiros geralmente são recipientes rígidos, acopláveis entre si, que sustentam das plantas e peso do substrato (Figura 15).

Figura 15 – Módulos de tabuleiros com 3 nichos



Fonte: Landlab (2016).

Conforme os mesmos autores, as paredes vivas de vasos são compostas por uma estrutura de aço galvanizado (Figura 16a) ou madeira (Figura 16b), onde os vasos são fixados. Os vasos geralmente são de plástico ou fibra de coco.

Figura 16 – Paredes vivas de vasos: (a) estrutura de aço galvanizado; (b) estrutura de madeira



Fonte: (a) Cruciol Barbosa e Fontes (2016); (b) Jornal MS (2019).

Existem também os sacos flexíveis, que são confeccionados com materiais leves, de feltro ou tecidos, que permitem a aplicação de vegetação em superfícies com diferentes formas, como superfícies curvas ou inclinadas (Figura 17a). Conforme Cruciol Barbosa e Fontes (2016), geralmente estes módulos são vendidos para jardinagem amadora. Já os revestimentos de plantio, no Brasil, são produzidos em concreto e cerâmica (Figura 17b). Estes módulos são assentados diretamente na parede com argamassa.

Figura 17 – Paredes vivas: (a) sacos flexíveis para paredes vivas; (b) revestimento de plantio



Fonte: (a) Bolsa Viva (2019); (b) Greenwall Ceramic (2019).

Os sistemas com tabuleiros, vasos e sacos flexíveis diferem dos revestimentos de plantio, pois esses são módulos que além de receberem as plantas também cumprem a função de revestimento interno ou externo (CRUCIOL BARBOSA; FONTES, 2016).

2.4 VEGETAÇÃO

Conforme Cunha e Kuhn (2001), podemos analisar o ambiente interno através da comparação com o ambiente externo. No espaço externo as plantas possuem grande quantidade de elementos naturais disponíveis para suprir suas necessidades. Já em espaços internos é essencial disponibilizar estes elementos. Desta forma, há a necessidade do controle da iluminação, irrigação, calor, adubação, umidade e arejamento. Assim, para identificar estas necessidades faz-se indispensável conhecermos os processos vegetais, bem como as relações existentes entre a planta e seu ambiente.

2.4.1 Fisiologia Vegetal

Conforme Taiz *et al.* (2017) a fisiologia vegetal é o estudo dos processos vegetais – como as plantas crescem, desenvolvem-se e funcionam à medida que interagem com os ambientes físico (abiótico) e vivo (biótico). De forma simplificada, Cunha e Kuhn (2001), descrevem os principais processos vegetais:

A nutrição dos vegetais depende das condições de adubação, aeração, irrigação e iluminação. O adubo fornece os sais minerais necessários ao metabolismo. A irrigação fornece a água, essencial para qualquer ser vivo. Do ar a planta retira o oxigênio e o gás carbônico. A luz é a fonte de energia, fundamental para o crescimento e desenvolvimento da planta. [...] a planta alimenta-se sorvendo a água do solo. Junto com a água vêm os sais minerais necessários, principalmente nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg). Nas folhas e caules jovens, as plantas possuem um pigmento verde – a clorofila – capaz de captar a energia da luz. Esta energia será usada na transformação do gás carbônico e da água absorvidos em açúcar (glicose) e oxigênio, num processo chamado fotossíntese [...]. A glicose armazena a energia e pode ser transportada para todas as partes do vegetal. O oxigênio é em parte consumido na respiração e em parte liberado para a atmosfera. A clorofila funciona como um transportador de energia da luz para unir a água (H₂O) e o gás carbônico (CO₂), formando glicose [(CH₂O)_n] e oxigênio (O₂) [...]. A luz também interfere em outros fenômenos dos vegetais, como a germinação de sementes, a brotação de ramos, o fototropismo e o florescimento (CUNHA; KUHN, 2001, p. 16).

Ainda segundo Cunha e Kuhn (2001), as espécies indicadas para ambientes internos devem fazer parte do grupo de espécies de sombra ou meia-sombra. As plantas de sombra são espécies que se desenvolvem em ambientes de pouca luz e sem incidência direta de sol. As espécies de meia-sombra são plantas que precisam de apenas 3 horas de sol direto por dia. Já as plantas de sol pleno precisam de no mínimo 7 horas de sol direto por dia sobre elas.

No entanto, para Valladares *et al.* (2004), o uso de categorias como "sol" e "sombra" para definir o ambiente luminoso é comum, mas inadequado, uma vez que a luz é um recurso contínuo e o que é "sombra" para alguns autores se enquadra na faixa do "sol" para outros. Assim, a quantificação da luz para os vegetais deve ser através da radiação, e as unidades mais úteis em ecologia são *μmoles* de fótons por

metro quadrado e segundo (densidade de fluxo de fótons, PFD), particularmente em comprimentos de onda fotossinteticamente ativos que variam de 400 a 700nm (PAR). Já a radiação expressa em unidades de energia, geralmente em watts por metro quadrado, é útil quando – mais do que a sobrevivência, o crescimento ou a fotomorfogênese das plantas – são analisados os aspectos relacionados ao balanço energético de folhas e plantas (temperatura, evaporação, transpiração). Taiz *et al.* (2017), corroboram com os autores ao elucidar “plantas de sol” como plantas adaptadas a habitats de campo aberto e “plantas de sombra” como plantas que normalmente crescem sob uma cobertura foliar.

2.4.2 Plantas de Meia-Sombra e Sombra utilizadas em Jardins Verticais

Conforme Moya *et al.* (2019), existem alguns requisitos de seleção para o tipo de plantas a serem usadas em jardins verticais de ambientes fechados, tais como: configurações de luz, condições climáticas e meio de crescimento. Os autores recomendam o uso de plantas de média e baixa luminosidade, confirmando o que afirmam Cunha e Kuhn (2001), a respeito da indicação do grupo de espécies de sombra ou meia-sombra para ambientes internos.

Desta forma, o Apêndice A apresenta as espécies de meia-sombra e sombra, sem floração ou com floração pouco expressiva, utilizadas em jardins verticais de clima subtropical tendo como referência o catálogo de plantas desenvolvido pela empresa Vertigarden (CAMARGO *et al.*, 2019). Os jardins verticais desta empresa, assim como os de Patrick Blanc, são classificados como paredes vivas contínuas pois a vegetação não encontra barreiras físicas para se desenvolver. A Vertigarden possui jardins implantados em todo Brasil, desta forma as espécies utilizadas são consideradas de clima Subtropical.

2.4.3 Plantas Nativas no Paisagismo

Tão importante quanto a capacidade de adaptação a ambientes com pouca luz, é também a adaptação das espécies ao clima onde serão inseridas. Segundo Heiden *et al.* (2006), a substituição de espécies exóticas por espécies nativas com potencial ornamental, grande tendência no paisagismo moderno, acontece devido à baixa

necessidade de manutenção, regionalismo, diversidade biológica e habitat para a vida silvestre local das espécies nativas. Nesse contexto, a discussão mais crítica sobre o uso de plantas nativa e exóticas no paisagismo moderno não se trata propriamente do uso de nativas versus exóticas, e sim da seleção de plantas apropriadas versus plantas inapropriadas, conforme as limitações que o local pode apresentar para o cultivo e utilização das espécies de plantas ornamentais.

Segundo O'BRIEN (1996), muitas tendências no setor de plantas ornamentais, como: a redução de tempo e de dinheiro, o investimento em conhecimento na implantação e manutenção de jardins, a redução do tamanho médio das áreas verdes, o crescente uso de jardins como espaços ativos e de lazer ao ar livre, os custos progressivos de água, fertilizantes e produtos químicos e o uso sustentável, restrição ou limitação de água para uso em jardins encaixam-se nos benefícios proporcionados pelas espécies nativas. Se o uso de plantas nativas for adotado de forma racional, poderão ser utilizadas, não apenas espécies mais adequadas para cada região, mas também espécies com menor impacto ambiental, que consomem menos água, bem adaptadas ao tipo de solo e clima, resistentes às pragas e doenças locais e melhor inseridas na paisagem.

Neste contexto, segundo Willes (2014), as plantas mais utilizadas em coberturas verdes na região sul do Brasil são o Carpete-dourado (*Sedum acre*), o Cacto-margarida (*Lampranthus productus*), a Echevéria (*Echeveria glauca*), a grama-amendoim (*Arachis repens*) e a grama-esmeralda (*Zoysia japônica*). Entre as espécies citadas pelo autor, verifica-se que apenas a grama-amendoim é nativa do Brasil (LORENZI, 2015). Assim, quando se trata do uso de espécies ornamentais nativas em jardins verticais percebe-se escassez da abordagem do tema.

3 QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO

Conforme Keeler e Burke (2010), “a estética, o conforto e a função são os principais termos usados para se descrever a qualidade do espaço interno”. A ecologia da edificação ou qualidade do ambiente interno (QAI), faz referência ao grau de eficiência e de conforto experimentado pelas pessoas nesses ambientes. Por sua vez, o conforto experimentado “é interpretado como a soma das reações psicológicas e fisiológicas frente aos fatores do projeto de arquitetura”.

Para Kowaltowski (2011), “as questões de conforto abordam diversos fatores, tais como a qualidade do ar, as condições de ventilação, de comunicação verbal, os níveis de iluminação, a disposição de espaço, os materiais de acabamento”. Keeler e Burke (2010), destacam que “o nosso sistema nervoso e os nossos sentidos (o auditivo, o visual, o olfativo e o emocional) definem os componentes do ambiente interno”, que são eles: acústica, iluminação natural, conforto visual, conexão com o exterior e conforto térmico. Desta forma, a qualidade do ar interno faz parte de um subconjunto essencial e variável da qualidade do ar relacionando-se diretamente com as questões olfativas.

Nesse sentido Elali (1997), descreve que o edifício deixa de ser encarado apenas a partir de suas características físicas (construtivas) e passa a ser avaliado e discutido enquanto espaço vivencial, sujeito a ocupação, leitura, reinterpretação e/ou modificações pelos usuários. Sendo assim, para a autora, a análise comportamental e social é essencial na compreensão dos aspectos construtivos e funcionais do espaço construído. No entanto, segundo Montacchini, Tedesco e Rondinone (2017), a complexidade do relacionamento entre o conforto dos ocupantes e os parâmetros de bem-estar com a qualidade do ambiente interno é ainda mais acentuada devido às relações que esses parâmetros mantêm entre si.

Segundo Keeler e Burke (2010), outro subconjunto essencial na qualidade do ambiente interno são as questões emocionais, relacionadas ao conforto visual através da cor e à conexão com o ambiente externo. As cores, por serem uma característica da luz, são capazes de afetar o humor e de alterar os níveis de conforto. Os seres humanos têm necessidade de conectar-se com o ambiente externo. Além de agradáveis, a proximidade com o verde, o contato visual com o céu e a sensação do ar externo sobre a pele são naturalmente reconfortantes. Desta forma, a QAI depende de um projeto integrado, com a conexão de muitas funções e sistemas dentro de uma

única edificação, sendo indispensável o uso de princípios de projeto sustentável aliado a ferramentas flexíveis que possibilitem o controle pessoal ou individual do ambiente.

Infelizmente, o fato de vivermos e trabalharmos em ambientes artificiais impede que nos conectemos regularmente com a natureza. Muitos ícones da arquitetura têm resgatado essa relação entre seus principais valores de projeto. [...] Os efeitos desejáveis e saudáveis do projeto biofílico – como é denominado o conceito – também devem se tornar componentes da boa qualidade do ambiente interno, ao mesmo tempo em que se constituem uma espécie de nova postura na arquitetura (KEELER; BURKE, 2010, p. 102).

Assim, faz-se necessário uma inserção nos estudos de Percepção Ambiental. Neste sentido, Villarouco (2008) afirma que não se pode conceber o estudo do ambiente construído sem a busca do entendimento da percepção do usuário a cerca deste espaço, pois é ele o elemento que sofre mais de perto o impacto das sensações que o ambiente pode transmitir.

3.1 PERCEPÇÃO AMBIENTAL

O conceito da percepção ambiental, também chamado de “estudos pessoa-ambiente” ou de “psicologia ambiental”, abrange as sensações fisiológicas e psicológicas de conforto dos usuários no ambiente construído. Conforme Okamoto (2002), o homem sempre planejou e construiu seus ambientes de atividades, moradia, produção, lazer e repouso, de modo que pudesse favorecer suas necessidades sociais e de vivências. Na cultura ocidental a visão meio ambiente é direcionada por grande objetividade racional, tudo é racionalizado, explicado, justificado e catalogado.

Para McFarling e Heimstra (1978), a percepção ambiental é vista como uma disciplina que trata das relações entre o comportamento humano e o ambiente físico do homem, os autores consideram o ambiente físico como tudo que rodeia uma pessoa, mas com significado limitado.

No contexto do meio ambiente, para Okamoto (2002), na relação entre homem e espaço, o homem é constituído de dois espaços: o exterior, em constante processo de adaptação ao meio; e o interior, cuja motivação condutora se exterioriza em ações como resposta à interpretação dessa realidade. Corroborando o pensamento de

Okamoto, a percepção é segundo Cavalcante e Maciel (2008), “como o processo básico de apreensão da realidade interna e externa ao indivíduo”. Em relação a percepção ambiental, os mesmos autores citam que a mesma se refere “preferencialmente, à apreensão da realidade interna e externa, à percepção do entorno espacial” (CAVALCANTE; MACIEL, 2008).

Desta forma, o processo de percepção visual é entendido por Cavalcante e Maciel (2008) como uma sequência de eventos internos que se iniciam com a visualização do ambiente, ou substituição deste por uma representação mental, “processo esse modulado pelas experiências individuais e pela cultura dos indivíduos”. Para Gifford (2007), a percepção ambiental estuda a relação entre os indivíduos e seu ambiente, como as ações do homem modificam e são também modificadas pelo seu entorno. Desta forma, a natureza atua como um agente restaurador, revigorante, que proporciona bem-estar e redução do estresse.

Para os estudos de percepção ambiental, Whyte (1978) propõe um triângulo metodológico, também chamada de abordagem multimétodo – observar, escutar e interrogar – como base para classificação das diferentes técnicas utilizadas neste tipo de trabalho. Pinheiro e Günther (2008), confirmam que os estudos que envolvem pessoa-ambiente devem contemplar uma abordagem multimétodos.

São três caminhos principais para compreender o comportamento humano no contexto das ciências sociais empíricas: (1) observar o comportamento que ocorre naturalmente no âmbito real; (2) criar situações artificiais e observar o comportamento ante tarefas definidas para essas situações; (3) perguntar às pessoas sobre o que fazem (fizeram) e pensam (pensaram) (PINHEIRO; GÜNTHER, 2008).

Conforme Kish (1987), estes estudos também devem ser analisados a partir de três famílias técnicas que conduzem estes estudos empíricos, no entanto o autor apresenta o “experimento” como uma das técnicas em substituição ao “escutar” de Whyte. Para Kish, os estudos sobre percepção ambiental devem ser conduzidos pela observação, experimento e *survey*, cada uma das três famílias de técnicas apresenta vantagens e desvantagens.

Especificamente sobre os estudos da percepção e da cognição, Vasconcelos *et al.* (2010) relatam que as ferramentas de análise são diversas, entre elas os mapas cognitivos ou mentais, observação de traços de comportamento, preferências visuais

e constelação de atributos. Corroborando com os autores, segundo o site do Laboratório de Psicologia Ambiental da Universidade de Brasília (2016):

A Psicologia Ambiental trata do relacionamento recíproco entre comportamento e ambiente físico, tanto construído quanto natural. Isto é, qual o impacto de diferentes tipos de ambientes sobre comportamentos e estados subjetivos das pessoas, bem como o impacto destes comportamentos e estados subjetivos sobre os ambientes [...] por sua característica interdisciplinar e por ser um campo que possibilita o estudo de fenômenos os mais diversos, a Psicologia Ambiental utiliza uma abordagem multi-método. O que determina a escolha do método é o problema em estudo em cada situação.

Kish (1987) observa que um mesmo estudo dificilmente teria todas as qualidades referentes à representatividade, randomização e realismo ao mesmo tempo, já que constituem características predominantes, respectivamente, da observação, do experimento e do levantamento de dados por amostragem (*survey*).

3.2 AMBIENTE ESCOLAR

Segundo Kowaltowski (2011), “a história da educação fundamental e média, principalmente nos últimos cinquenta anos, mostrou algumas transformações”, há maior liberdade, variedade de atividades, material e equipamentos de apoio, em contraponto também são exigidas avaliações constantes dos sistemas de educação. Para a mesma autora, “a qualidade do ambiente escolar depende da qualidade de cada um dos seus componentes”. Os espaços físicos internos e externos necessitam de variedade de mobiliário e equipamentos para apoiarem as necessidades pedagógicas atuais, assim como os usuários destes espaços também precisam estar bem-acomodados. Já “os aspectos subjetivos que norteiam a qualidade do ambiente escolar são variados e seus temas estão sempre envolvidos com a qualidade das relações entre a escola e os agentes envolvidos com a instituição” (KOWALTOWSKI, 2011).

3.2.1 Componentes e Qualidade do Ambiente Escolar

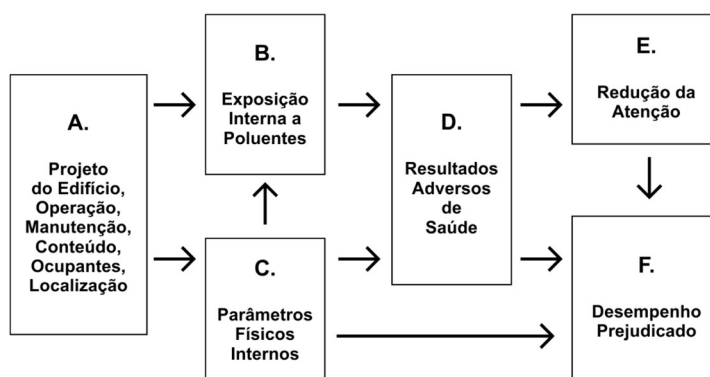
Os estudos relacionados a qualidade do ambiente escolar estão presentes em todo mundo e possuem diferentes enfoques. No entanto, percebe-se que o principal objetivo destas pesquisas é avaliar o conforto ambiental observado e percebido pelos usuários e a influência da qualidade do ambiente interno na produtividade e no desempenho dos estudantes. Nesse contexto, a organização *EFL (Educational Facilities Laboratories)* relaciona a aprendizagem a fatores como condições internas e qualidade do ar, temperatura e umidade, ventilação e iluminação (BEYNON, 1997).

Conforme Sireesha (2017), existem vários fatores que imprimem grande impacto na qualidade ambiental interna da escola, tais como: localização ou localidade, condição do prédio, limpeza regular (ambientes limpos e arrumados) e manutenção da escola. Sendo que a presença de poluentes também influencia e exibe impactos na qualidade interna.

Neste contexto, a pesquisa realizada por Heath e Mendell (2005), revisa criticamente as evidências disponíveis sobre as relações entre a qualidade do ambiente interno em escolas e o desempenho dos alunos. O trabalho também inclui estudos sobre as relações diretas entre desempenho e ambientes internos em escolas, locais de trabalho, residências e ambientes de laboratório controlados. A evidência mais persuasiva sugere que alguns aspectos da Qualidade do Ambiente Interno (QAI), incluindo baixa taxa de ventilação e pouca iluminação natural ou artificial, podem reduzir o desempenho dos ocupantes. Outras evidências identificam possíveis influências adicionais, como a presença de pólen e uso de carpetes.

Na Figura 18, são apresentadas as influências hipotéticas da qualidade do ambiente interno no desempenho dos estudantes, observadas por Heath e Mendell (2005).

Figura 18 – Ligações hipotéticas causais



Fonte: Heath e Mendell (2005), tradução nossa.

O esquema demonstra as ligações hipotéticas causais que vão desde as características do edifício, passando por exposições às condições internas e condições físicas nas escolas até a influência na frequência e desempenho dos alunos.

Ainda conforme Heath e Mendell (2005), os resultados de saúde podem influenciar diretamente no desempenho dos ocupantes ou através de efeitos na atenção. Desta forma, as condições físicas internas também podem influenciar diretamente o desempenho dos estudantes. Os fatores ambientais utilizados pelos autores neste trabalho foram: contaminantes ambientais internos (incluindo aqueles de origem externa e excluindo radônio, chumbo e asbesto); processos de controle de contaminantes (por exemplo, taxa de ventilação); parâmetros térmicos internos; e características de edifícios (por exemplo, presença de umidade). O estudo conclui que embora a evidência disponível não documente de forma persuasiva as relações entre desempenho e poluentes internos específicos, as menores taxas de ventilação externa (conhecidas por causar concentrações geralmente mais altas dos poluentes produzidos internamente) estavam relacionadas à redução do desempenho entre os ocupantes.

No entanto, para Sireesha (2017) as concentrações de CO₂ são frequentemente empregadas como um substituto da taxa de fornecimento de ar externo por ocupante em escolas. Através do estudo realizado para entender a correlação entre qualidade do ar interior, ventilação e dióxido de carbono em escolas, Sireesha conclui que as concentrações internas de CO₂ que ultrapassam cerca de 1000 ppm, geralmente usadas para indicar que as taxas de ventilação, são ofensivas no contexto de odores corporais. As concentrações de CO₂ abaixo de 1000 ppm nem sempre garantem que a taxa de ventilação seja suficiente para a erradicação de contaminantes do ar de outras fontes internas.

Assim, para o autor, a concentração de 1.000 ppm precisa ser empregada como diretiva para melhorar a ventilação. Se um edifício ultrapassa a diretiva, não se deve deduzir que seja um cenário perigoso ou intimidador da vida. Um nível mais alto de dióxido de carbono é apenas um sinal de quantidade insuficiente de ar externo circulando dentro do edifício. O dióxido de carbono é um elemento padrão da respiração e geralmente é calculado como um modo de inspeção para avaliar se a renovação de ar é suficiente (SIREESHA, 2017).

Segundo a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (*EPA – United States Environmental Protection Agency*, 2000) a má qualidade do ar interno (QAI) pode causar doenças que exigem ausência da escola e podem causar sintomas agudos de saúde que diminuem o desempenho na escola.

Ainda conforme a *EPA* (2000), a falta de QAI pode reduzir a capacidade de uma pessoa de realizar tarefas mentais específicas que requerem concentração, cálculo ou memória. O ar, na maioria dos ambientes internos, contém uma variedade de partículas e contaminantes gasosos, quando esses contaminantes afetam a saúde e o desempenho humanos são chamados de poluentes internos. Na maioria das vezes, a má qualidade do ar interno resulta do não cumprimento de práticas que ajudam a criar e manter um ambiente interno saudável, como a ventilação.

Neste contexto, pode-se citar o estudo realizado por Daisey, Angell e Apte (2003), que aponta através de uma revisão de literatura que os dados de ventilação e CO₂ entrados em pesquisas realizadas em escolas indicam que a ventilação é inadequada em muitas salas de aula, gerando problemas de saúde aos estudantes.

Segundo a *EPA* (2000), problemas de qualidade do ar interno podem resultar em ausências por causa de infecções respiratórias, doenças alérgicas causadas por contaminantes biológicos ou reações a produtos químicos. As doenças relacionadas à asma são responsáveis por mais de 10 milhões de dias perdidos por ano. Desta forma, as escolas devem ser projetadas, construídas e mantidas de forma a minimizar e controlar as fontes de poluição, fornecendo exaustão adequada e ventilação por meios naturais e mecânicos, manter a temperatura adequada e as condições de umidade (*EPA*, 2000).

3.2.2 Avaliação do Ambiente Escolar

Conforme Kowaltowski (2011), “para se obter dados e informações específicas sobre funcionalidade e níveis de conforto ambiental no ambiente escolar, aplicam-se APOs” (Avaliações Pós-Ocupação). Assim, para a autora “são imprescindíveis as observações, as medições técnicas e a aplicação de questionários que levem em consideração a idade das crianças e sua capacidade de leitura”, da mesma forma, “devem-se elaborar questionários para professores, funcionários e diretoria com objetivos específicos”. Em relação aos questionários direcionados aos alunos, Kowaltowski (2011) destaca que “podem compreender aspectos de conforto

ambiental: ergonomia, funcionalidade, térmico, visual e acústico, para apurar sua satisfação com o ambiente físico da sala de aula, por exemplo”.

As técnicas de coleta de dados em APOs dependem de inúmeros fatores: dos objetivos de avaliação, do tempo disponível, do tamanho e treinamento das equipes de APO. No entanto, vários métodos e ferramentas podem ser utilizados em APOs. Desses, são comumente utilizados em análises do ambiente escolar: medidas para aferição de desempenho físico com medições técnicas de níveis de conforto funcional, térmico, acústico e visual; observações do desempenho físico; observações do comportamento do usuário; entrevistas; questionários; diários e/ou listas de atividades; mapas comportamentais; registros fotográficos, em vídeo ou em áudio; percepção visual; jogos; simulações; levantamento de desejos e *Walkthroughs* ou passeio pelo ambiente acompanhado de usuários que comentam suas percepções espaciais ao longo do percurso (KOWALTOWSKI, 2011).

Ainda conforme Kowaltowski (2011), no levantamento de percepções junto aos usuários pode usar escalas semânticas. A escala adotada para essa avaliação pode incluir quatro níveis: ótimo, bom, ruim, péssimo; ou cinco níveis, com um ponto neutro de avaliação. No entanto, as escalas com níveis de número ímpar devem ser usadas com cautela, para evitar que os usuários escolham apenas o ponto neutro. Também podem ser utilizadas questões abertas, mas a análise das respostas é dificultada pela grande variedade de resultados levantados, sendo que para o julgamento dos níveis de satisfação as avaliações técnicas sempre devem acompanhar as observações e as entrevistas.

Sobre as questões em entrevistas, Kowaltowski (2011) orienta que elas devem incluir o tempo de permanência das pessoas nos ambientes, composição de grupos de pessoas desenvolvendo atividades específicas e a descrição dessas atividades. Já as questões de comportamento humano (proativo, agressivo ou antissocial) devem ser avaliadas por psicólogos da equipe de avaliação. A autora cita que as medições técnicas devem ser feitas de acordo com as normas de desempenho e com equipamentos próprios devidamente calibrados. No entanto, “a rotina para as medições e observações estipula três horários para os parâmetros ambientais de conforto térmico, acústico e iluminação: de manhã (8h), ao meio-dia e à tarde (16h), por representarem diferentes condições ambientais em função da trajetória solar e para que haja uma interrupção mínima das atividades escolares”.

3.3 QUALIDADE DO AR INTERIOR

Conforme a RE nº 9 (ANVISA, 2003), a Qualidade do Ar Ambiental Interior refere-se à condição ambiental de interior, resultante do processo de ocupação de um ambiente fechado com ou sem climatização artificial.

Segundo Klepeis *et al.* (2001), a partir do banco de dados do *National Human Activity Pattern Survey (NHAPS)* realizado entre setembro de 1992 e setembro de 1994 nos Estados Unidos, os entrevistados relatam passar em média 87% do tempo em prédios fechados e cerca de 6% do tempo em veículos fechados. Desta forma, passamos a maior parte do tempo, sujeitos a ambientes artificiais e expostos a diversos tipos de contaminantes presentes nesses ambientes. Em ambientes fechados e climatizados artificialmente há a redução drástica da captação do ar externo, ocasionando o aumento da concentração contaminantes químicos, físicos e biológicos (INMETRO, 2020).

Na década de 1970, cientistas da *NASA (National Aeronautics and Space Administration)* demonstraram a capacidade de várias plantas envasadas de remover compostos orgânicos voláteis do ar interno (*VOCs – Volatile Organic Compounds*) em condições estáticas. Segundo Wolverton (1997), nos anos 80, várias doenças começaram a aparecer na Europa, Canadá e Estados Unidos, onde os edifícios eram hermeticamente fechados para garantir a eficiência energética da edificação. Desde esta época a poluição do ar interior tornou-se generalizada, conhecida como Síndrome do Edifício Doente (SED). No mesmo ano, o Centro Espacial *John C. Stennis*, da *NASA*, no sul do Mississippi, descobriu que as plantas domésticas poderiam remover *VOCs* de câmaras de teste seladas. Esta pesquisa, e mais tarde outros estudos ajudaram na chamada “revolução verde” (WOLVERTON; JOHNSON; BOUNDS, 1989).

No ano de 1984, a Organização Mundial da Saúde (OMS) publicou um relatório sugerindo que até 30% dos edifícios novos ou reformados poderiam ter problemas com a qualidade do ar interior. Em 1989 outro relatório, desta vez publicado pela Agência de Proteção ambiental dos Estados Unidos (*EPA - United States Environmental Protection Agency*), alertou que a poluição do ar em ambientes fechados poderia representar uma ameaça ainda maior do que a poluição do ar no ambiente externo devido ao maior tempo de exposição a estes poluentes.

Já nos anos 90 e início dos anos 2000, equipes da Universidade de Guelph de Ontário no Canadá, da Universidade de Sydney na Austrália e da Universidade da Geórgia, nos Estados Unidos lançaram grandes programas de pesquisa na área de tratamento de ar interno usando plantas e microrganismos da rizosfera associados (SOREANU *et al.*, 2013). Esses programas foram focados na remoção de VOCs, mas nenhum na remoção de compostos inorgânicos (ICs - *Inorganic Compounds*). Conforme Soreanu *et al.* (2013), apesar das descobertas realizadas pela NASA, o progresso na fitorremediação aérea tem sido lento e poucas publicações neste campo estão disponíveis no momento.

Em relação a SED (Síndrome do Edifício Doente) Kobayashi *et al.* (2007), citam que algumas pessoas não serão afetadas quando expostas a fatores relacionados a síndrome. Por outro lado, pessoas hipersensíveis a poluentes podem desenvolver sintomas graves, incluindo irritação nos olhos, nariz e garganta, alergias, asma, visão turva, tontura, fadiga, dor de cabeça, irritação da pele, distúrbios do sistema nervoso e congestão respiratória e sinusal.

Para Burchett *et al.* (2010), embora os níveis de poluentes sejam geralmente abaixo dos limites de exposição permitidos, regulamentados pela Administração de Saúde e Segurança Ocupacional (OSHA – *Occupational Safety and Health Administration*), o nível cumulativo de poluentes, seu efeito sinérgico e a exposição prolongada parecem ser uma das principais causas de doenças relacionadas à poluição do ar interno.

No estudo experimental realizado por Fakhoury (2017), com o objetivo de analisar a Qualidade do Ar Interior em ambientes educacionais através do monitoramento do ambiente real de uma sala de aula, foram medidos os parâmetros físicos e químicos: concentração de CO₂, materiais particulados (PM_{2,5} e PM₁₀), temperatura de bulbo seco (TBS) e umidade relativa (UR). Para o estudo foram instalados condicionadores de ar e controladores de vazão do ar externo. Dentro das salas de aula eram realizadas atividades teóricas e práticas. A vazão do ar externo, previamente filtrado, era variada para a redução dos contaminantes gerados internamente. Neste trabalho, constatou-se que os materiais particulados atingiram concentrações críticas, de 6 (PM_{2,5}) a 30 (PM₁₀) vezes maiores do que o limite proposto pelas normas vigentes, bem como a concentração de CO₂, que chegou a atingir 3 vezes o limite recomendado. Porém, observou-se que o aumento da vazão

de ar externo em aproximadamente 2200m/h foi suficiente para a diminuição da concentração de PM₁₀ em 50% nos primeiros 20 minutos. Apesar disto, a vazão recomendada de ar externo por pessoa não foi suficiente para o nível de material particulado atingir os limites aceitáveis.

A metodologia utilizada por Fakhoury (2017), foi baseada no estudo de Bordini (2015), ambos realizados na mesma sala de aula. No entanto, os trabalhos diferem quanto as condições de climatização da sala e parâmetros aferidos. As medições realizadas por Bordini (2015) ocorreram sem o uso de condicionadores de ar, apenas com ventilação natural através da porta e janelas, atingindo níveis aceitáveis de concentração de CO₂ e PM₁₀, neste trabalho não foram realizadas medições de PM_{2,5}. Já no trabalho de Fakhoury, o ambiente foi climatizado por duas unidades de condicionamento de ar e instalados 4 controladores de vazão de ar externo.

Apesar de não haver controle de umidade nas salas, no estudo realizado por Bordini, apenas em duas medições os valores obtidos estiveram acima do limite recomendado de 65% para o verão, conforme RE nº9 (ANVISA, 2003) e NBR 16401-3 (ABNT, 2008).

Fakhoury (2017), ao comparar as medições realizadas em seu trabalho com as do estudo realizado por Bordini (2015), destaca que mesmo com a instalação de controladores de vazão e renovação do ar em seu estudo, as concentrações de CO₂ foram maiores do que no estudo realizado por Bordini. Porém vazões de ar externo da ordem de 27m³/h, valor recomendado por pessoas pela ANVISA, foram consideradas suficientes para atingir os limites aceitáveis para a concentração de CO₂ e PM_{2,5} e insuficientes para PM₁₀. A comparação realizada por Fakhoury fez-se em situações de atividades semelhantes, com mesmo número de ocupantes e mesma concentração externa de CO₂, de aproximadamente 450ppm.

3.3.1 Poluentes do Ar Interior

Segundo Kobayashi *et al.* (2007), a poluição do ar interna resulta da liberação de vapores químicos e da suspensão no ar de partículas, como poeira e microrganismos. Estes poluentes podem ser gerados a partir de várias fontes, como atividades ocupacionais, materiais, produtos domésticos, animais de estimação, fontes externas de ar e reações químicas no ar interno (SOREANU *et al.*, 2013). Para Wolverton (1997), bioefluentes liberados durante a respiração humana também

aumentam os problemas de qualidade do ar interior, no entanto para o mesmo autor, os bioefluentes e VOCs (*Volatile Organic Compounds*) não são os únicos a contribuir para a baixa qualidade do ar interno; a presença de microrganismos no ar, tais como: mofo, pólen e a baixa umidade relativa também são fatores determinantes na qualidade do ar interno.

3.4.2.1 Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs – *Volatile Organic Compounds*)

Os VOCs são componentes químicos presentes em diversos tipos de materiais sintéticos ou naturais. Eles se caracterizam por possuírem alta pressão de vapor, o que faz com que se transformem em gás ao entrar em contato com a atmosfera. Conforme Soreanu *et al.* (2013), estes compostos compreendem os hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos, álcoois, aldeídos e compostos clorados que são emitidos no ar interno por móveis, tapetes, materiais de construção, sprays, atividades de limpeza e restauração, ou por atividades realizadas externamente a estes espaços, como os poluentes gerados por indústrias (indústria orgânica, estações de pintura e transporte).

Segundo Dela Cruz *et al.* (2014), muitos dos VOCs podem afetar a saúde humana (por exemplo, o formaldeído e o benzeno são cancerígenos). Para os mesmos autores as plantas podem diminuir os níveis de VOCs em ambientes internos, portanto representam uma possível solução verde para melhorar a qualidade do ar interno e a saúde humana. Entre os VOCs, destaca-se o formaldeído (HCHO), composto feito a partir do metanol. O formaldeído serve para impedir o crescimento de micro-organismos em diversos produtos, portanto possui ação conservante. Em temperatura ambiente, o formaldeído é um gás incolor que evapora com facilidade.

3.4.2.2 Compostos Inorgânicos (ICs – *Inorganic Compounds*)

Segundo Soreanu *et al.* (2013), os ICs, como monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x) e dióxido de enxofre (SO₂) são gerados a partir de processos de combustão. O monóxido de carbono (CO) é oriundo da queima de combustíveis (gás, gasolina, óleo diesel, carvão) bem como de vazamentos em aquecedores e caldeiras a gás. Sendo o CO um gás asfixiante que

reduz a oxigenação do sangue. Já o dióxido de carbono (CO₂), tem origem na combustão completa de produtos orgânicos e na respiração humana, não sendo considerado tóxico, irritante e de nenhuma maneira nocivo à saúde ou ao bem-estar, exceto em proporção que dificulte a respiração, podendo se tornar fator asfixiante (ABNT, 2008).

Ainda conforme a NBR 16401- 3 (ABNT, 2008), o dióxido de nitrogênio (NO₂), é originário do vazamento de equipamentos com queima incompleta de combustível (caldeiras, fogões, aquecedores), do cigarro e também da queima de gás, gasolina, diesel, gás natural, carvão, óleo. O NO₂ é um irritante de mucosas dos olhos, nariz e garganta, sendo ainda um indutor de crise de asma. O NO₂ também está presente na chuva ácida (os aerossóis ácidos). Já o dióxido de enxofre (SO₂), é proveniente da queima de carvão e óleo que contenham elevadas concentrações de enxofre. O SO₂ pode causar problemas respiratórios e danos irreversíveis ao pulmão. O ozônio (O₃), tem origem em campos eletromagnéticos, equipamentos de escritório, geradores de ozônio e ar exterior. Sendo considerado causador de problemas respiratórios, redução da função de pulmão, asma, irritante dos olhos, nariz, reduz a resistência orgânica aos resfriados e outras infecções. Quando presente em baixos níveis o O₃ também pode contribuir para a degradação da qualidade do ar de interiores, através da formação de substâncias indesejadas pela oxidação (ABNT, 2008).

3.4.2.3 Materiais Particulados (MP)

Segundo a NBR 16401-3 (ABNT, 2008), os materiais particulados são provenientes da degradação de material sólido, da poeira, processos industriais, trânsito, queima de combustível, fragmentação de papel etc. Os MP, em geral podem causar doenças respiratórias como a asma, também pode causar irritação de olhos, nariz e garganta, sendo considerado cofator de bronquites e crises de asma.

3.3.2 Regulamentações

Em agosto de 1998, a ANVISA, publicou a Portaria nº 3.523, com as primeiras regulamentações a respeito da qualidade das instalações dos sistemas climatizados do país. Esta Portaria estabelece critérios e metodologias de análise para avaliar a

qualidade do ar interior em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo. Dois anos após, é publicada a Resolução nº 176 (ANVISA, 2000).

A RE nº176 estabelece além dos critérios e metodologias abrangidos na Portaria nº 3.523, acrescentando as principais fontes poluentes químicas e biológicas. No entanto, em janeiro de 2003, é publicada a Resolução nº 9 (ANVISA, 2003), que atualiza a RE nº 176. A RE nº 9 diz respeito a definição de valores máximos recomendáveis para contaminação microbiológica, química e parâmetros físicos do ar interior, a identificação das fontes poluentes de natureza química e física, métodos analíticos e as recomendações para controle.

A contaminação microbiológica tem como possíveis fontes os fungos, bactérias, protozoários, vírus, algas, pólen, artrópodes e animais, sendo adotado como parâmetro para este tipo de contaminação a concentração de fungos presente no ambiente interno. Para a contaminação química a RE nº 9 define como parâmetros a concentração de CO₂ e os aerodispersóides totais, sendo relatado como possíveis fontes de contaminação o CO (monóxido de carbono), CO₂ (dióxido de carbono), NO₂ (dióxido de nitrogênio), O₃ (ozônio), formaldeído, MP (material particulado), fumo de tabaco e VOCs. Os poluentes indicados são os de maior ocorrência nos ambientes de interior, de efeitos conhecidos na saúde humana e de fácil detecção pela estrutura laboratorial existente no país. Já para a contaminação física são adotados os parâmetros de temperatura, umidade, velocidade e taxa de renovação do ar (ANVISA, 2003).

Os Valores Máximos Recomendáveis (VMR) para contaminação química são de 1000 ppm de CO₂, como indicador de renovação de ar externo, recomendado para conforto e bem-estar. E, 80 µg/m³ de aerodispersóides totais no ar, como indicador do grau de pureza do ar e limpeza do ambiente climatizado. Pela falta de dados epidemiológicos brasileiros é mantida a recomendação como indicador de renovação do ar o valor igual a 1000 ppm CO₂.

A Norma Técnica 002, parte integrante da RE nº 9 refere-se ao método de amostragem e análise da concentração de CO₂ em ambientes interiores e tem como objetivo a pesquisa, monitoramento e controle de processo de renovação de ar em ambientes climatizados de uso coletivo, tendo como marcador epidemiológico o CO₂ e método de amostragem por equipamento de leitura direta, conforme apresentado no Quadro 1. A norma recomenda periodicidade de análise semestral.

Quadro 1 – Ficha técnica dos amostradores

Amostrador: Leitura Direta por meio de sensor infravermelho não dispersivo ou célula eletroquímica.	
Calibração: Anual ou de acordo com especificação do fabricante. Faixa: de 0 a 5.000 ppm.	Exatidão: ± 50 ppm + 2% do valor medido

Fonte: ANVISA (2003).

Como estratégia de amostragem é recomendado definir o número de amostras de ar interior, tomando por base a área construída climatizada dentro de uma mesma edificação e razão social (Quadro 2).

Quadro 2 – Número de amostras por área construída

Área construída (m ²)	Número mínimo de amostras
Até 1.000	1
1.000 a 2.000	3
2.000 a 3.000	5
3.000 a 5.000	8
5.000 a 10.000	12
10.000 a 15.000	15
15.000 a 20.000	18
20.000 a 30.000	21
Acima de 30.000	25

Fonte: ANVISA (2003).

A unidades funcionais dos estabelecimentos com características epidemiológicas diferenciadas, tais como serviço médico, restaurantes, creches e outros, deverão ser amostrados isoladamente. Os pontos amostrais deverão ser distribuídos uniformemente e coletados com o amostrador localizado na altura de 1,5 m do piso, no centro do ambiente ou em zona ocupada. Como procedimento de amostragem deve-se realizar as medidas em horários de pico de utilização do ambiente.

Já a NBR 16401-3 (ABNT, 2008) dispõe sobre instalações de ar-condicionado, sistemas centrais e unitários, sendo que a parte 3, refere-se à qualidade do ar interior. Esta norma também apresenta uma tabela com as concentrações máximas de alguns poluentes químicos comuns do ambiente interior e indica as concentrações consideradas aceitáveis por diversas entidades internacionais. Porém, esta Norma descreve que os valores apresentados têm caráter informativo, não sendo obrigatório sua medição ou acompanhamento periódico.

No entanto, segundo a mesma norma, o CO₂ é um dos parâmetros medidos e utilizado como um dos indicadores de qualidade do ar, pois é emitido pela respiração acompanhado da emissão de outros efluentes biológicos humanos (por exemplo os odores), também resultados da atividade metabólica das pessoas. Sendo assim, uma concentração de CO₂ no recinto, acima da concentração no ar exterior, é considerado um indicador válido do nível de poluição produzido pelas pessoas. Porém, não pode ser considerado um indicador da qualidade do ar do recinto, pois inúmeros poluentes químicos presentes, além dos produzidos pelas pessoas, não tem a relação com a concentração de CO₂.

Ainda segundo a NBR 16401-3 (ABNT, 2008), uma medição acima de 1000ppm não indica que o critério não é satisfatório, desde que a medição não ultrapasse em mais de 700ppm a concentração do ar exterior. Como visto anteriormente na RE nº 9 (ANVISA, 2003), é apresentado como critério de qualidade de ar aceitável no ambiente interior apenas o valor de 1000ppm.

A NBR 16401-3 (ABNT, 2008) apresenta também um questionário com orientações e recomendações para avaliação da qualidade do ar em ambientes interiores. Segundo a norma, as informações obtidas na aplicação do questionário, servem como parâmetro da percepção humana quanto a qualidade do ar de interiores.

3.4 USO DA VEGETAÇÃO NA MELHORIA DA QUALIDADE DO AMBIENTE INTERNO

Conforme Keeler e Burke (2010), a presença de plantas pode reduzir o estresse, contribuir para a saúde, melhorar o conforto, o desempenho e a produtividade. Para os autores, o sentido visual é a forma predominante das pessoas perceberem e responderem ao mundo natural: quando vemos plantas, animais, água, paisagens e outras características naturais, inúmeras respostas físicas, emocionais e cognitivas são desencadeadas. Assim, o uso da vegetação é a melhor estratégia para trazer a experiência da natureza ao ambiente construído. Corroborando com Keeler e Burke, para Moya *et al.* (2019) os espaços de trabalho biofílicos e a interação com as plantas podem mudar atitudes, comportamentos humanos, melhorar a produtividade e o bem-estar geral.

Segundo Moya *et al.* (2019), a evapotranspiração das plantas ajuda a diminuir a temperatura ao redor do ambiente de plantio e isso pode ser utilizado para resfriamento do ar e controle de umidade. Assim, sistemas de jardins verticais em combinação com biofiltração são tecnologias emergentes para fornecer efeitos benéficos na melhoria de conforto interno. Para os mesmos autores, a seleção cuidadosa de plantas e dos parâmetros operacionais e uma combinação com outras tecnologias podem melhorar a biofiltração botânica e o desempenho térmico do uso de vegetação no ambiente interno. No entanto, o desempenho do processo depende das interações complexas entre poluentes, plantas e microrganismos.

Em vista disso, atualmente o uso de vegetação no ambiente interno tem sido adotado principalmente no meio corporativo. Para Cotrim e Marques (2014), os pátios corporativos valorizam a relação entre espaços externos e internos. Esta relação pode ser incorporada ao projeto arquitetônico de diversas formas como a implantação de terraços, jardins verticais (Figura 19a) e floreiras com jogos de abertura de modo que o indivíduo possa chegar a ver o exterior (Figura 19b), como acontece no Edifício Consórcio de Santiago, no Chile.

Figura 19 – Edifício Consórcio Santiago, Chile: (a) vista interna do jardim vertical; (b) elevação principal com jardim vertical



Fonte: Carter (2019).

Outra forma de promover a melhoria da qualidade o ambiente interno através do uso da vegetação é a inserção de plantas em vasos e arranjos (Figura 20a), canteiros (Figura 20b) e jardins verticais (Figuras 20c e 20d) no próprio ambiente.

Figura 20 - Inserção da vegetação no ambiente interno: (a) vasos com vegetação na Decolar; (b) Canteiros na empresa Its Informov; (c) escritório da EasyCredit na Alemanha; (d) escritório da Skyscanner em Budapeste.



Fonte: (a)(b) Vertical Garden (2020); (c)(d) Sustentarqui (2017).

Segundo Carter (2019), a utilização da arquitetura paisagística em ambientes corporativos torna o ambiente com características domésticas, tornando um ambiente mais agradável e prazeroso. Assim, os funcionários das empresas sentem-se mais motivados a trabalhar em um ambiente com a presença do verde ajudando em seu desempenho.

3.4.1 Vegetação, Produtividade e Bem-estar Geral

Segundo Lohr *et al.* (1996), a presença de plantas em ambientes internos contribui para os níveis de atenção, aumenta a produtividade e baixa a pressão sanguínea. Através do estudo realizado pelos autores, é possível verificar alguns dos benefícios adquiridos ao adicionar plantas em local de trabalho sem janelas. A pressão arterial e as emoções dos participantes foram monitoradas após completar uma tarefa de computador simples e cronometrada na presença ou ausência de plantas. Neste trabalho, concluiu-se que os participantes foram mais produtivos na sala onde haviam presença de plantas, eles executaram a tarefa no computador em

um tempo 12% menor e demonstraram-se e menos estressados (aferido pela pressão arterial) do que as pessoas da sala sem a presença de plantas. Após completarem a tarefa, as pessoas na presença de plantas relataram sentir-se mais atentas (um aumento de 0,5 unidades em uma escala de um a cinco) do que aqueles na ausência de plantas.

As comparações dentro do estudo revelaram que os sujeitos testados na presença de plantas mostraram aumentos significativos em suas pontuações de atenção pós-tarefa em relação aos seus escores pré-tarefa (também um aumento de 0,5 unidades), enquanto não houve mudanças na atenção para aqueles na ausência de plantas (LOHR *et al.*, 1996). Neste sentido, o estudo realizado por Bringslimark *et al.* (2007), faz uma tentativa inicial de situar esses benefícios potenciais das plantas de interior em um contexto amplo no local de trabalho. A pesquisa utiliza a regressão hierárquica como método para estimar as associações que plantas e vários fatores do local de trabalho relacionados ao estresse, licença médica e produtividade.

Estudos mais recentes como Kim *et al.* (2010), Han e Hung (2012), Nieuwenhuis *et al.* (2014), Qin *et al.* (2014), Evensen *et al.* (2017) e Han (2018), também relacionam o uso da vegetação a produtividade e bem-estar geral. O estudo de Kim *et al.* (2010) – realizado através da aplicação de questionários a 82 moradores de edifícios recém-construídos na Coreia do Sul, nos quais os moradores pareciam experimentar um grau grave de sintomas da Síndrome do Edifício Doente (SED) por pelo menos dois anos – concluiu que a aplicação combinada de ventilação e colocação de plantas em ambientes fechados produziu benefícios para a saúde mental e aliviou os sintomas da SED nos moradores.

Já no trabalho de Nieuwenhuis *et al.* (2014), são apresentados três experimentos de campo realizados em grandes escritórios comerciais na Holanda e no Reino Unido. Eles examinaram o impacto de escritórios enxutos e “verdes” nas percepções subjetivas da qualidade do ar, concentração e satisfação no local de trabalho, bem como medidas objetivas de produtividade. Nos três experimentos, foram observados resultados positivos quando foram inseridas plantas nos ambientes. Uma maior satisfação foi percebida na presença do que na ausência de plantas, sendo que, pequenas plantas verdes com um ligeiro aroma produziram os mais altos níveis de satisfação.

O estudo de Qin *et al.* (2014), conduziu uma série de experimentos para investigar os efeitos de características como cor, odor e tamanho das plantas no

conforto humano que foram avaliados por uma pesquisa de satisfação e medições fisiológicas. Três tipos de plantas com diferentes níveis de cor (verde, matiz e multicolor), odor (sem odor, aroma leve e forte) e tamanho (pequeno, médio e grande) foram escolhidos para o experimento. Uma pesquisa sobre o grau de satisfação dos participantes, bem como medidas do eletroencefalograma (EEG), eletrocardiograma (ECG), saturação de oxiemoglobina, fluxo sanguíneo na ponta dos dedos, a resistência da pele e a taxa de respiração foram utilizadas para ilustrar a resposta dos participantes aos ambientes com diferentes espécies ou sem plantas. Os resultados demonstraram que os ocupantes preferem um escritório com plantas a um escritório sem plantas. Assim como no estudo de Nieuwenhuis *et al.* (2014), os ambientes com plantas verdes (com floração pouco expressiva e levemente perfumada) foram os preferidos.

No trabalho de Evensen *et al.* (2017), foi estudado como são vivenciados os elementos naturais no ambiente de trabalho interno através de uma avaliação no local (com 56 pessoas) e uma avaliação baseada em fotografias (com 46 pessoas). O primeiro estudo comparou três salas de um escritório, uma com janelas e plantas, outra com objetos inanimados e outra com nenhum objeto e sem plantas, já no segundo estudo foram apresentadas 3 imagens dos escritórios do primeiro estudo. Foram usadas avaliações ambientais semânticas para as comparações. Ambos os estudos indicaram que o cenário com plantas foi percebido como mais fascinante e produziu um estado emocional mais positivo, propício à produtividade do trabalho do que qualquer um dos outros interiores.

Já o estudo de Han (2018), demonstra resultados de um experimento de campo realizado com 35 alunos em uma escola de Taiwan, com o objetivo de comparar a influência da interação passiva versus ativa dos ocupantes com plantas de interior e o efeito dessa interação sobre os participantes. Os dados dos participantes sobre percepção subjetiva e desempenho objetivo foram coletados a cada quatro semanas ao longo de um semestre. O grupo do modo de interação ativo (18 estudantes) cuidou das plantas da sala de aula e arredores, enquanto o grupo do modo de interação passiva (17 estudantes) não. Os resultados indicaram que no modo de interação ativa apresentou uma restauração do estresse autorreferida significativamente maior do que o modo de interação passiva com poder estatístico aceitável. O conhecimento das plantas autorreferido parecia aumentar ao longo do semestre, sem tendência definida;

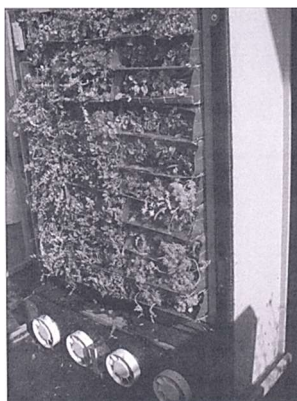
a interação ativa e passiva com as plantas poderia aumentar significativamente a restauração da atenção autorreferida com poder estatístico aceitável; e as plantas a diferentes distâncias dos assentos dos participantes não tiveram efeitos sobre os participantes, embora o valor estatístico desse resultado tenha sido inferior ao ideal.

3.4.2 Vegetação, Conforto Térmico e Conforto Acústico

Conforme Davis e Ramirez (2014), a água possui papel no conforto por seu efeito climatizador. Quando ocorre a evapotranspiração nas plantas acontece uma baixa de temperatura e aumento da umidade, o que gera a sensação de frescura. Assim, esta sensação pode ser ativada através do controle da velocidade e direção do ar ao passar por um jardim vertical, convertendo o jardim vertical em um resfriador por evaporação.

O estudo desenvolvido por Davis e Ramirez (2014), deu início a uma série de outros trabalhos relacionados ao conforto ambiental, tais como as pesquisas de Davis e Hirmer (2015) e Davis, Ramirez e Pérez (2016). Os trabalhos, desenvolvidos na Pontifícia Universidade Católica do Equador (PUCE), trazem resultados referentes ao resfriamento evaporativo ativo através de um de um jardim vertical com medidas de 1,50m de largura por 2,80m de altura, formado por módulos fixados em uma estrutura metálica de suporte anexada ao edifício. Estes módulos possuíam 0,45x0,45m, com profundidade de 10 cm, sendo construídos por uma malha de aço com aberturas de 5 cm. Na Figura 21 é apresentado o jardim vertical desenvolvido no trabalho de Davis e Ramirez (2014).

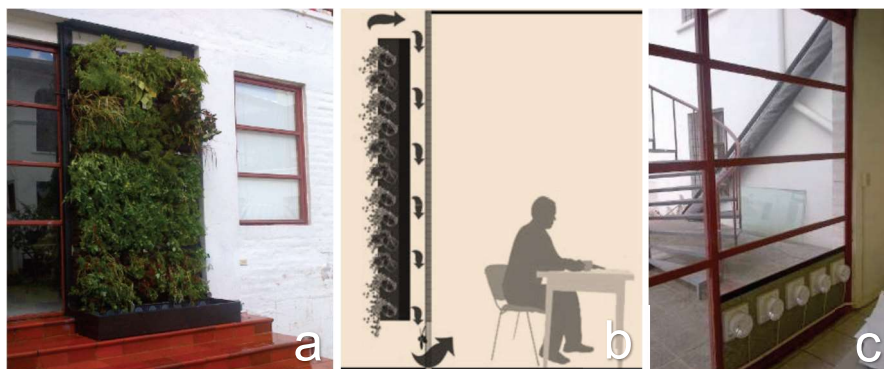
Figura 21 – Jardim vertical com módulos em malha de aço



Fonte: Davis e Ramirez (2014).

Já no trabalho de Davis, Ramirez e Pérez (2016), os módulos foram preenchidos com uma mistura de substrato de envasamento, lascas de coco e musgo de esfagno. A mistura de substrato, onde foram plantadas espécies herbáceas, garantiu que o jardim fosse capaz de reter a umidade e módulos leves sem a necessidade de um sistema hidropônico, pois o substrato continha nutrientes para as plantas (Figura 22a). No entanto, como o ar fluía entre o substrato e a superfície sobre a qual o jardim foi fixado (Figura 22b), não tendo contato com a vegetação do jardim, presume-se que as plantas não tenham influência no resfriamento, apenas o substrato úmido. Além disso, os espaços entre os módulos foram fechados para garantir que o ar fluiria apenas atrás do jardim. A cavidade do ar atrás do jardim tinha 5 cm de largura. Para os objetivos deste estudo, um segundo sistema de ventiladores foi instalado sem jardim, a fim de fornecer um conjunto de resultados de controle para comparar aos do jardim vertical (Figura 22c).

Figura 22 – Imagens do estudo: (a) jardim vertical; (b) circulação do ar; (c) sem jardim vertical



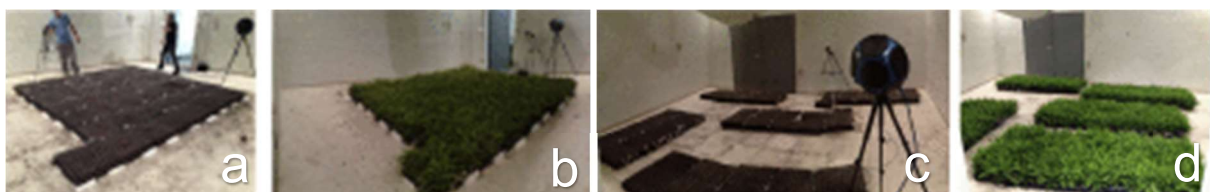
Fonte: Davis, Ramirez e Pérez (2016).

Os resultados experimentais foram comparados com o modelo matemático desenvolvido por Davis e Hirmer (2015). No geral, suspeitava-se que as variações nas temperaturas ambientes durante o processo de medição tivessem uma grande influência nos resultados. Ao levar em consideração os dados considerados mais confiáveis, os resultados indicam que esses jardins mostram grandes promessas para a construção de controle climático. Porém, são necessárias mais pesquisas para mitigar a influência de flutuações nas temperaturas ambientes.

Nesse contexto, o trabalho realizado por Mangone *et al.* (2014), apresenta o resultado de um experimento que avaliou o efeito de plantas de interior no conforto térmico de 67 trabalhadores em um prédio de escritórios em De Lier, na Holanda, durante quatro meses, um mês em cada estação no ano de 2013. Verificou-se com o estudo que a presença de uma quantidade substancial de plantas no ambiente de trabalho tem um efeito significativo no conforto térmico dos participantes. Por exemplo, Aproximadamente 12% dos ocupantes das salas em que a presença de plantas era alternada sentiram-se mais confortáveis termicamente quando as plantas estavam presentes nas salas. Esses resultados indicam que a incorporação de uma quantidade substancial de plantas em edifícios de escritórios pode levar a um consumo reduzido de energia e taxas de emissão de carbono, permitindo que o ponto de ajuste da temperatura seja aumentado no verão e reduzido no inverno.

Conforme Moya *et al.* (2019), a vegetação também pode ser usada no ambiente interno para reduzir os níveis de som como um sistema de isolamento acústico passivo. Desta forma, destaca-se o trabalho de Davis *et al.* (2017), que teve como objetivo verificar e explicar o coeficiente de absorção sonora por incidência aleatória dos módulos verticais do jardim. Foi utilizado um jardim vertical – também desenvolvido na PUCE (Pontifícia Universidade Católica do Equador), onde foram utilizados 50 módulos para as medições, totalizando uma área útil de 10,125 m². Os módulos foram dispostos no chão (Figura 23), sendo realizadas medições com seis configurações diferentes: unidos e separados, dispostos diretamente no chão, com uma cavidade de ar de 5 e 10 cm. Além disso, cada configuração foi testada com módulos apenas com substrato e com módulos cheios de substrato e com samambaias plantadas densamente.

Figura 23 – Módulos dispostos no chão para verificação da absorção do som: (a) juntos, apenas com substrato; (b) juntos, com substrato e samambaias; (c) separados, apenas com substrato; (d) separados, com substrato e samambaias



Fonte: Davis *et al.* (2017).

O coeficiente de absorção sonora da incidência aleatória ponderada dos módulos densamente plantados com samambaias é igual a 1,00. O coeficiente de absorção sonora nas frequências mais baixas (100–315 Hz), médias (400–1250 Hz) e altas (1600–5000 Hz) foi de 0,59–0,80, 1,00 e 1,00, respectivamente. Os módulos vegetados apresentaram melhores resultados do que os módulos que possuíam apenas substrato. Assim, este estudo comprova que o uso de jardins verticais é altamente adequado para aplicações em ambientes onde o som precisa ser atenuado.

3.4.3 Biofiltração Botânica

Conforme Soreanu *et al.* (2013), a biofiltração botânica é um híbrido de biofiltração e fitorremediação. A biofiltração utiliza biofiltros que consistem em biorreatores onde uma corrente de ar ou água contaminada é ativamente conduzida através de uma região com alta atividade biológica onde os contaminantes são neutralizados por processos biológicos. Já a fitorremediação utiliza plantas e seus microrganismos para melhoria do solo, água ou ar contaminados. Podendo ser aplicada para um largo espectro de poluentes orgânicos e inorgânicos, como sais, metais, pesticidas e hidrocarbonetos de petróleo, algumas vezes podendo ser aplicada simultaneamente para mais de um poluente (ANDRADE *et al.*, 2007). Para Pilon-Smits (2005), a fitorremediação é considerada uma alternativa não invasiva e econômica para a limpeza ambiental, sendo dez vezes mais econômica que as tecnologias convencionais (ou seja, escavação, lavagem ou queima do solo).

Os sistemas típicos de limpeza de ar interno são projetados principalmente para remoção de partículas, isto é, filtros mecânicos ou precipitadores eletrostáticos incapazes de filtrar compostos gasosos. A remoção de compostos gasosos utilizando as tecnologias atuais – isto é, filtros de adsorção, produtos de limpeza de oxidação fotocatalítica e geradores de ozônio – representa uma opção cara e ineficiente. Os filtros de fase gasosa têm uma vida útil curta e não são eficientes para a remoção de vários gases, os catalisadores reais são ineficientes e os geradores de ozônio potencialmente não são seguros (SOREANU *et al.*, 2013). Por outro lado, segundo os mesmos autores, a filtração biológica usando sistemas vegetais parece ser uma alternativa promissora aos métodos convencionais, devido ao seu potencial de remover a maioria dos poluentes internos (poeira, compostos gasosos inorgânicos e

orgânicos). Uma combinação e otimização de diferentes tecnologias podem superar as desvantagens dos sistemas de limpeza do ar.

Em relação às possíveis preocupações sobre sistemas de fitorremediação, biofiltração e plantas de jardins verticais em ambientes internos, Moya *et al.* (2019), recomendam o uso de plantas não polinizadoras, manutenção regular e controle de umidade. O aumento da umidade relativa do ar (UR) nas salas com plantas é uma das principais questões do processo de fitorremediação, principalmente no verão. Portanto, para evitar o desenvolvimento de fungos e a deterioração dos edifícios, a UR deve ser mantida abaixo de 70%. Sendo recomendado, ainda, a limpeza periódica das folhas para manter uma troca adequada dos gases nas mesmas.

3.4.3.1 Biofiltração Botânica de Compostos Orgânicos Voláteis (VOCs)

Conforme Kobayashi *et al.* (2007), existem várias maneiras de reduzir a poluição do ar interno e melhorar a qualidade do ar como o aumento da ventilação e da troca de ar com o exterior e o uso de plantas capazes de absorvem VOCs do ar. Embora as plantas de interior não sejam uma "solução completa" para melhorar a qualidade do ar interior, elas não devem ser negligenciadas na criação de espaços interiores propícios à saúde daqueles que os ocupam.

No estudo realizado por Wolverton *et al.* (1984), uma câmara de vidro selada, com controle de temperatura e umidade e iluminada externamente com amplo espectro de luzes foi usada para avaliar a capacidade das espécies *Scindapsus aureus* – sin.: *Epipremnum pinnatum* (jibóia), *Syngonium podophyllum* – sin.: *Syngonium angustatum* (singônio), e *Chlorophytum elatum* var. *vittatum* (clorofito) para efetivar a remoção de formaldeído do ar contaminado em concentrações iniciais de 15 a 37 ppm. Sob as condições deste estudo, o *Chlorophytum elatum* var. *vittatum* mostrou-se mais eficiente por absorção e/ou efetuando a remoção de até 2,27µg de formaldeído por cm² de superfície foliar em 6 horas de exposição.

Em outro estudo, também desenvolvido por Wolverton, Johnson e Bounds (1989), foram realizados testes com 12 espécies diferentes de plantas domésticas comuns e os produtos químicos: benzeno, tricloroetileno e formaldeído (VOCs). Os testes, desenvolvidos em câmaras seladas, onde individualmente cada espécie selecionada, bem como controles de solo sem plantas, foram expostos a três produtos químicos. As espécies utilizadas neste estudo foram a *Chamaedorea seifritzii*

(camedórea-bambu), *Aglaonema modestum* – sin. *Aglaonema costatum* var. *viride* (sempre-viva-chinesa), *Hedera helix* (hera-inglesa), *Ficus benjamina* (ficus), *Gerbera jamesonii* (gérbera), *Dracaena deremensis* var. *Janet Craig* (dracena), *Dracaena marginata* (dracena-arco-íris), *Dracaena massangeana* (dracena), *Sansevieria laurentii* (espada-de-são-jorge), *Spathiphyllum* var. *Mauna Loa* (lírio-da-paz), *Chrysanthemum morifolium* (crisântemo) e a *Dracaena deremensis* var. *Warneckeii* (dracena). Neste estudo foi utilizado um filtro de carbono, combinando um filtro de ar com plantas e um filtro de carvão ativado. Segundo os autores, plantas domésticas de interiores juntamente com filtros de plantas de carvão ativado, demonstraram potencial para melhorar a qualidade do ar interior, removendo vestígios orgânicos e poluentes do ar em ambientes hermeticamente fechados. Na época, este sistema mostrou-se um dos meios mais promissores para aliviar a síndrome do edifício doente associada a muitos edifícios novos e com eficiência energética. A zona raiz-solo da planta demonstrou ser a área mais eficaz para remover VOCs. Portanto, maximizar a exposição do ar à área raiz-solo da planta deve ser considerado ao colocar plantas em edifícios para melhor filtragem do ar.

Já os filtros de carvão ativado, que contêm ventiladores têm a capacidade de filtrar rapidamente grandes volumes de ar poluído, devem ser considerados parte integrante de qualquer plano que utilize plantas de casa para resolução de problemas de poluição do ar interior. Quando um ventilador é usado para mover rapidamente grandes volumes de ar pelas raízes e pelo filtro de carvão ativado, o filtro absorve os poluentes e os retém até que as raízes e os micróbios das plantas possam utilizá-los como fonte de alimento (WOLVERTON; JOHNSON; BOUNDS, 1989).

O trabalho realizado por Dela Cruz *et al.* (2014), analisa estudos científicos sobre a capacidade das plantas de removerem os VOCs do ar interior. O foco da revisão está nas vias de remoção de VOCs pelas plantas e fatores que afetam a eficiência e taxa de remoção de VOCs pelas plantas. Segundo os autores, estudos laboratoriais indicam que a remoção de VOCs induzida pelas plantas é uma combinação de direta (por exemplo, absorção) e indireta (por exemplo, biotransformação por microrganismos) de mecanismos de fitorremediação. Estes estudos também demonstram que a taxa de redução do nível de VOCs pelas plantas é influenciada inúmeros fatores como espécies vegetais, intensidade da luz e

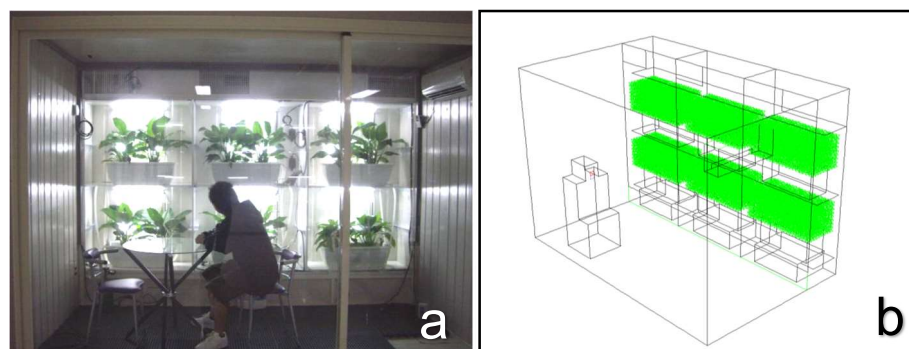
concentração de VOCs. Por exemplo, o aumento na intensidade da luz demonstrou em alguns estudos o aumento na remoção de poluentes (DELA CRUZ *et al.*, 2014).

3.4.3.2 Biofiltração Botânica do Dióxido de Carbono (CO₂)

Os estudos apresentados nesta seção são trabalhos realizados com uso de vegetação em câmaras hermeticamente fechadas (simulando o ambiente interno) com o intuito de analisar a concentração de dióxido de carbono (CO₂) absorvido pelas plantas e exalado da respiração humana a fim de melhorar a qualidade do ar interno através de processos fisiológicos das plantas, principalmente da fotossíntese.

No trabalho realizado por Yu *et al.* (2011), foi utilizado um sistema de plantas de interior para melhorar a qualidade do ar interno, discutindo a correlação entre o CO₂ oriundo da respiração humana e a fotossíntese das plantas. Este estudo teve como alvo experimental a espécie *Spathiphyllum kochii* (lírio-da-paz). A teoria e o método da dinâmica de fluidos computacional foram aplicados para simular as alterações na concentração de CO₂ em um espaço confinado com e sem plantas. O ambiente experimental construído e a simulação numérica foram utilizados para validação e comparação. Na Figura 24 são apresentadas imagens do experimento, a Figura 24a apresenta a câmara hermeticamente fechada e a Figura 24b o modelo tridimensional produzido.

Figura 24 – Imagens da última etapa do experimento de Yu *et al.* (2011): (a) foto da sala do experimento; (b) modelo tridimensional da sala



Fonte: Yu *et al.* (2011).

Este estudo concluiu que mesmo plantas da mesma espécie variedade são influenciadas por fatores ambientais, área foliar, tempo de iluminação e intensidade.

Verificou-se também que a capacidade de absorção de CO₂ de uma muda de lírio-da-paz é de apenas 3,4428e-5 m³/h na concentração de CO₂ de 5374 ppm. Como a absorção de CO₂ é baixa em cada muda, uma quantidade grande de mudas pode ser plantada em uma pequena área, como em jardins verticais, utilizando-se uma maior quantidade de plantas para melhorar a eficiência das espécies de interior na absorção do CO₂ (YU *et al.*, 2011).

Já no trabalho realizado por Yarn *et al.* (2013), foi construído um jardim vertical em um ambiente fechado com o objetivo de aferir a absorção do dióxido de carbono (CO₂) exalado da respiração humana. Este estudo também utilizou a espécie *Spathiphyllum kochii* (lírio-da-paz), sendo conduzidas análises experimentais de plantas individuais para obter taxas de absorção sob diferentes níveis de concentração ambiental de CO₂ na faixa de 500ppm a 5000ppm (Figura 25a). Foi realizada uma simulação no campo de fluxo de ar através da planta. Através das taxas de absorção obtidas foi possível simular a eficiência de absorção de CO₂ de cada planta e comparar os resultados experimentais com os resultados da simulação. Além disso, também foi investigada (de modo experimental e numericamente), em uma sala com controle ambiental a inserção de um jardim vertical composto por 240 plantas e um simulador da respiração humana (Figura 25b).

Figura 25 – Imagens dos experimentos de Yarn *et al.*: (a) experimento com plantas isoladas ; (b) sala com controle ambiental



Fonte: Yarn *et al.* (2016).

Através da modelagem teórica desenvolvida neste estudo, a concentração de CO₂ pode ser simulada no ambiente. Os resultados experimentais mostraram que,

após 150 minutos, 13% do CO₂ gerado pela respiração humana pode ser absorvido pelas 240 plantas e os resultados numéricos foram equivalentes aos resultados medidos experimentalmente.

O estudo realizado por de Cetin e Sevik (2016), teve objetivo de medir o impacto das plantas selecionadas nas concentrações de CO₂ no ambiente interno. Foram utilizadas cinco espécies de plantas de interior: *Ficus elástica* (falsa-seringueira), *Yucca massengena* (yuca), *Ocimum basilicum* (manjeriçao), *Sinningia speciosa* (gloxínia, cachimbo, siníngia) e *Codiaeum variegatum* (cróton). As plantas foram colocadas em um compartimento hermético com uma parede de vidro, posicionado de maneira a impedir a luz direta do sol, mas que forneceu um ambiente iluminado. O dispositivo colocado no compartimento foi ajustado para medir o CO₂ uma vez a cada cinco minutos. Este estudo concluiu que as espécies, falsa-seringueira e yuca reduzem consideravelmente a concentração de CO₂ durante o dia, porém durante a noite há um aumento substancial em relação a concentração de CO₂ quando comprado das as outras plantas. Assim, o uso dessas espécies em locais ocupados principalmente durante o dia como escritórios, salas de aula e shopping centers pode ser benéfico.

No entanto, o cróton e o manjeriçao, produzem menos CO₂ à noite, e devem ser preferidas em ambientes usados principalmente à noite como casas, dormitórios e hotéis.

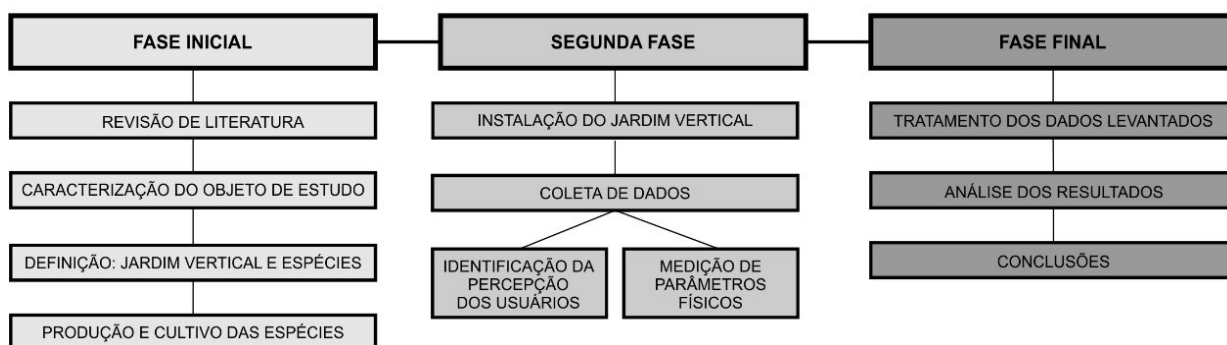
A luz recebida pela planta pode afetar sua capacidade de reduzir a concentração de CO₂. Assim, em ambientes onde a intensidade da luz é baixa, verificou-se que as espécies de glóxínia e manjeriçao fazem com que não altere ou apenas não aumente as concentrações de CO₂. Já as espécies falsa-seringueira, cróton e yucca são capazes de reduzir as concentrações de CO₂ mesmo quando a intensidade de a luz está baixa. Portanto, essas plantas serão melhor utilizadas em ambientes onde a intensidade da luz é inadequada para outras plantas (CETIN; SEVIK, 2016).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho trata-se de um estudo de caso que avalia os efeitos da parede viva na qualidade do ambiente interno através da i) percepção do usuário e ii) concentração de CO₂, temperatura e umidade relativa do ar em três cenários (sem parede viva; parede viva com espécie 1 (purificadora de ar); e parede viva com espécie 2 (nativa)). Os instrumentos utilizados foram questionário e teste de preferência aplicados aos usuários e medições in loco dos parâmetros químico e físicos de concentração de CO₂, temperatura e umidade relativa do ar.

Neste capítulo são apresentados os materiais e métodos utilizados nesta dissertação. O trabalho compreendeu algumas técnicas e etapas. A metodologia proposta é um processo linear que compreende três fases conforme a Figura 26 onde é apresentado o desenho do estudo.

Figura 26 – Desenho do estudo



Fonte: Autora (2020).

A fase inicial teve como principal intuito reforçar a pertinência e relevância arquitetônica do tema do ponto de vista funcional e formal, assim como identificar as lacunas do conhecimento e a contribuição desta pesquisa para o avanço científico da área através da revisão de literatura sobre jardins verticais e qualidade do ambiente interno. Esta fase, também compreendeu a caracterização do objeto de estudo: sala de aula D2, localizada no Colégio Politécnico da UFSM, em Santa Maria - RS. Nesta etapa foram utilizadas como ferramentas de coleta de dados: visita técnica com registro fotográfico e levantamento de dimensões da sala de aula.

Na segunda fase adotou-se a metodologia utilizada nos estudos pesso-ambiente, que contempla duas etapas: uma de identificação da percepção do usuário

em relação a este espaço e outra de ordem física do ambiente, sendo que as análises e recomendações foram geradas a partir dos dados obtidos nas duas fases. Como métodos foram utilizados a identificação da percepção dos usuários e a medição de parâmetros físicos; tendo como ferramentas de coleta de dados: aplicação de questionários aos alunos, registro fotográfico, identificação de preferências dos alunos com aplicação de teste com imagens, medição da concentração de CO₂, medição de temperatura, medição de umidade relativa do ar e observação.

A terceira e última fase constituiu no tratamento estatístico dos dados levantados, bem como a análise dos mesmos com posterior formulação das conclusões desta pesquisa.

4.1 FUNDAMENTAÇÃO E PREPARAÇÃO

Esta fase está relacionada aos estudos iniciais deste trabalho, que abrange as definições do local de estudo, público alvo, amostra, critérios de inclusão e exclusão e os aspectos éticos e riscos desta pesquisa.

4.1.1 Levantamento Bibliográfico

Após a definição do tema iniciaram-se os estudos teóricos em referências bibliográficas como livros, artigos, teses, dissertações. O referencial teórico auxiliou na definição dos métodos, procedimentos e materiais adotados neste estudo.

Levando em consideração que esta pesquisa relaciona-se à qualidade do ambiente interno com foco nos efeitos do uso de jardins verticais na qualidade do ambiente de na sala de aula, e que não foram encontrados estudos relacionados ao uso de jardins verticais neste tipo de ambiente, fez-se necessário a realização de um levantamento bibliográfico abrangendo diversas áreas de conhecimento – jardins verticais, qualidade do ambiente interno, percepção ambiental, ambiente escolar e qualidade do ar interior para a definição dos materiais e métodos utilizados nesta dissertação.

4.1.2 Local e Público Alvo

A definição do local foi realizada a partir do público alvo definido e da proximidade do Setor de Floricultura e Paisagismo do Colégio Politécnico, espaço onde foram produzidas as mudas e cultivados os módulos de parede viva.

Já a escolha do público alvo por estudantes do ensino médio deu-se em função da idade, relacionado a facilidade de compreensão do tema e a imparcialidade, tendo em vista que se fosse definido estudantes do ensino fundamental, talvez não tivessem entendimento da importância do estudo e estudantes de cursos técnicos ou de nível superior poderiam ser influenciados pela área de estudo dos alunos. Assim, optou-se pela sala de aula D2, referente a sala da turma da 3ª série do ensino médio do Colégio Politécnico da UFSM. Após definição do local para instalação do experimento, foram feitos os primeiros encaminhamentos, etapa em que foram realizados os contatos para averiguar a disponibilidade de realizar a pesquisa no local. As autorizações institucionais para realização desta pesquisa são apresentadas nos Apêndices H e I.

4.1.3 Amostra

O estudo teve o objetivo avaliar os benefícios proporcionados pelo uso de jardins vegetais inseridos no ambiente interno da sala de aula da turma 3ª série do ensino médio do Colégio Politécnico da UFSM. A turma é composta por aproximadamente 37 alunos, com idade entre 17 e 20 anos. Sendo este um estudo que envolve pessoas, a pesquisa foi aprovada pelo CEP (Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos) sob o número CAAE 14902219.8.0000.5346.

4.1.4 Critérios de Inclusão e Exclusão

Levando-se em consideração a definição da amostra, os alunos que não concordaram em participar da pesquisa foram incluídos na contagem de número de ocupantes na coleta dos parâmetros físicos, porém não participaram da aplicação de questionários.

4.1.5 Aspectos Éticos e Riscos da Pesquisa

Tendo em vista que a pesquisa conta com uma abordagem multimétodos, onde foi utilizada a ferramenta de questionários para coleta de dados em relação a

identificação da percepção do usuário e medições de parâmetros físicos, sendo que ambas serão aplicadas através do contato direto com o público, é importante explicitar possíveis riscos da pesquisa para os alunos e professores.

Após o primeiro contato com o possível participante, foi realizada a explanação sobre a temática e os objetivos do trabalho, bem como a importância da participação do usuário para o desenvolvimento da pesquisa. Mediante a aceitação, foram assinados os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido e de Confidencialidade entre a pesquisadora e o entrevistado. No caso dos voluntários menores de 18 anos, o termo de assentimento foi assinado pelos pais, pelo voluntário e pela pesquisadora. Por se tratar de um estudo envolvendo pessoas, a pesquisa necessitou de aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria a fim de assegurar os princípios éticos do trabalho. A pesquisa não apresentou nenhum ônus financeiro para o entrevistado.

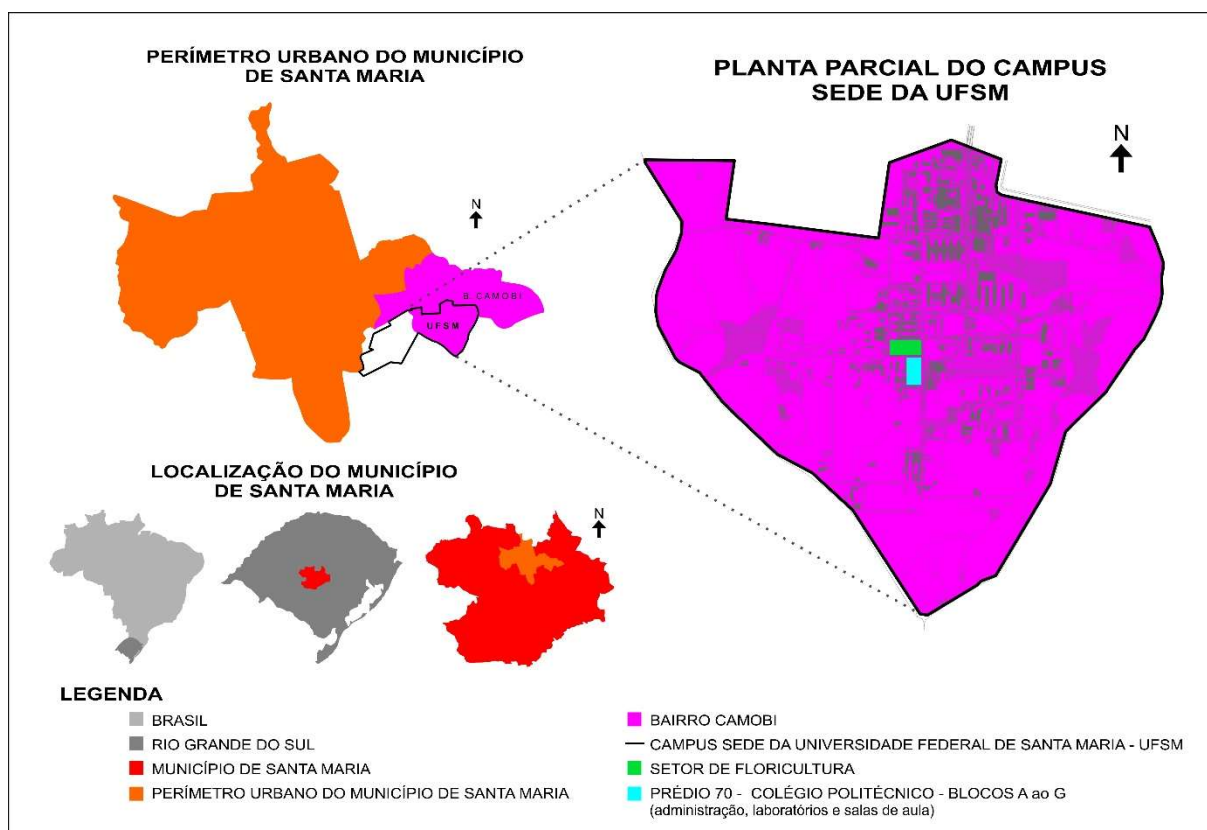
A participação do entrevistado foi voluntária. Os voluntários foram informados sobre a possibilidade dos seguintes desconfortos ou riscos ao responder as questões: cansaço, constrangimento ou estresse. Para evitar a ocorrência desse tipo de desconforto, o entrevistado pôde suspender a entrevista, não aceitar participar ou retirar sua permissão a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo pela sua decisão. Durante todo o período da pesquisa, o entrevistado pôde tirar qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento seja com a pesquisadora ou com o Comitê de Ética em Pesquisa.

As informações desta pesquisa serão confidenciais, utilizadas única e exclusivamente no decorrer da execução do projeto e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações, sem a identificação dos voluntários, sendo assegurado o sigilo da participação. Além disso, todas as informações coletadas serão mantidas em arquivo físico e digital, mantidos na Universidade Federal de Santa Maria, Avenida Roraima, 1000, na secretaria do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, localizada no prédio 08 (INPE), sala 2058, 97105-900 - Santa Maria – RS, por um período de cinco anos, sob a responsabilidade da prof. ^a Minéia Johann Scherer. Após este período, os dados serão destruídos.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

O município de Santa Maria está situado na região central do Estado do Rio Grande do Sul e possui área de 1.781,8 km². Na Figura 27 podemos observar a localização do Município de Santa Maria, destaca-se em seu perímetro urbano o Campus Sede da Universidade Federal de Santa Maria, localizada parcialmente no Bairro Camobi. No detalhe da imagem é apresentada a planta parcial do Campus com identificação da localização do Setor de Floricultura e o Prédio 70 do Colégio Politécnico da UFSM (onde está situada a sala D2), objeto deste estudo.

Figura 27 – Localização do Campus Sede da Universidade Federal de Santa Maria no Perímetro Urbano do Município, Rio Grande do Sul, Brasil



Fonte: Adaptação de Cocco (2020), Prefeitura Municipal de Santa Maria (2020) e UFSM (2017).

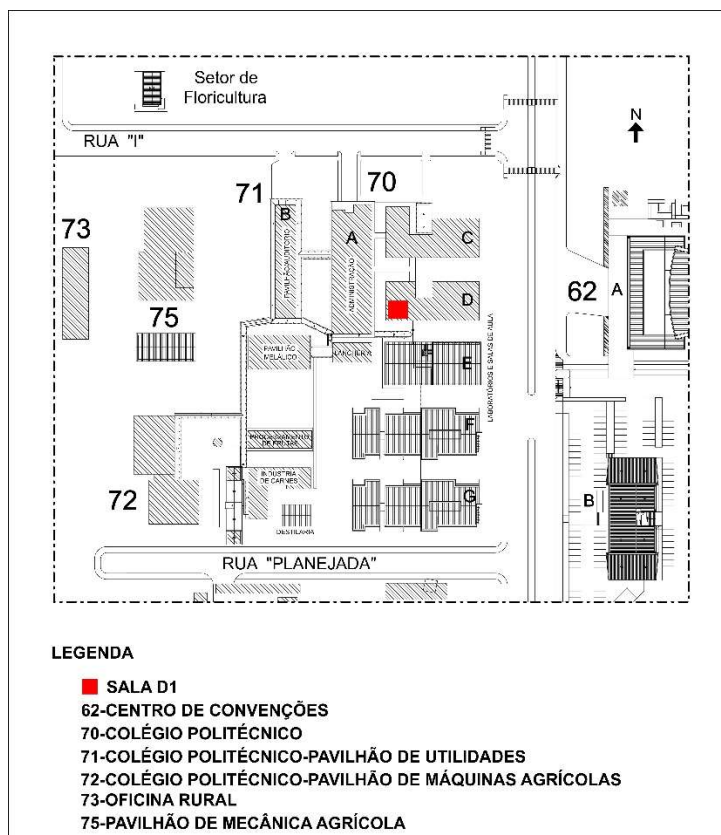
Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2019), a estimativa populacional para o município em 2018 era de 280.505 mil habitantes e segundo o IBGE a cidade apresenta 82,8% dos domicílios com esgotamento sanitário adequado, 83,3% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 49.1% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada, sendo considerada a 5ª cidade mais populosa do estado. O clima da região é do tipo *Cfa*

(temperado úmido), de acordo com a classificação climática de Koppen (MORENO, 1961). Os dados provenientes da Estação Meteorológica de Santa Maria, localizada no campus da UFSM, a 138 de altitude, no período entre 1981 e 2010, revelam a temperatura média compensada anual de 19,3°C e precipitação acumulada anual de 1796,2mm neste período, com chuvas bem distribuídas durante o ano (INMET, 2020).

4.2.1 Colégio Politécnico da UFSM

O Colégio Politécnico da UFSM tem sua administração localizada no Bloco A do Prédio 70 no Campus Sede da Universidade Federal de Santa Maria. O conjunto é composto por sete blocos (A ao G). Nos demais blocos estão localizadas salas de aula e laboratórios. A sala de aula objeto deste estudo está situada no Bloco D e o Setor de Floricultura a frente do conjunto, como pode ser observado na Figura 28.

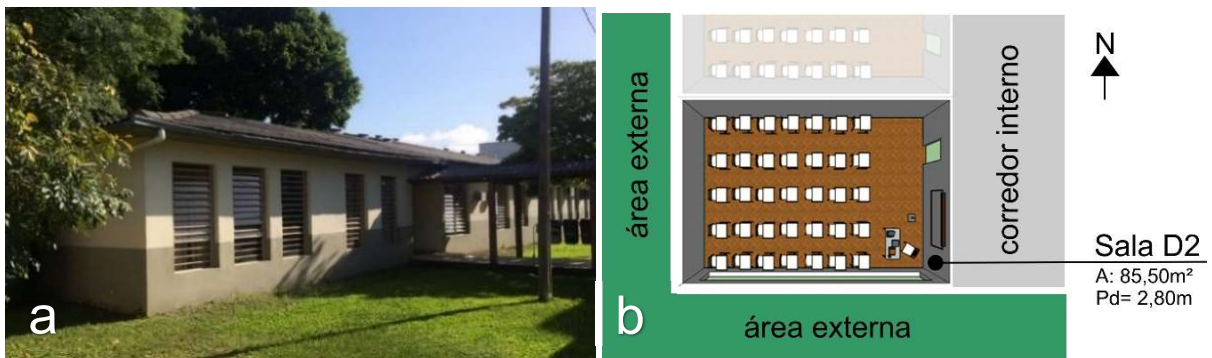
Figura 28 – Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria



Fonte: Adaptação de UFSM (2017).

A partir de vista técnica ao local foram realizadas medições da área interna da sala de aula, bem como levantamento fotográfico do interior da sala e de seu entorno (Figura 29a). A sala D2 possui área de 85,50m² e pé-direito de 2,80m. Em sua fachada sul há a presença de janelas basculantes, responsáveis pela iluminação e ventilação natural da sala de aula. O levantamento das medidas resultou no esquema de planta baixa do ambiente que pode ser observada na Figura 29b.

Figura 29 – Sala de aula: (a) fachada sul da sala de aula, período da manhã; (b) Esquema de Planta Baixa



Fonte: (a) Autora (2019); (b) Autora (2020), softwares utilizados: SketchUp e Corel Draw.

Na Figura 30 são apresentados os registros fotográficos do ambiente interno da sala de aula. Na Figura 30a pode ser vista a entrada da sala, bem como o quadro verde, já na Figura 30b pode-se observar a parede onde posteriormente foi instalado a parede viva.

Figura 30 – Imagens internas da sala de aula: (a) vista dos fundos; (b) vista da parede onde posteriormente foi instalada a parede viva.



Fonte: Autora (2019).

4.3 SISTEMA DE JARDIM VERTICAL: PAREDE VIVA

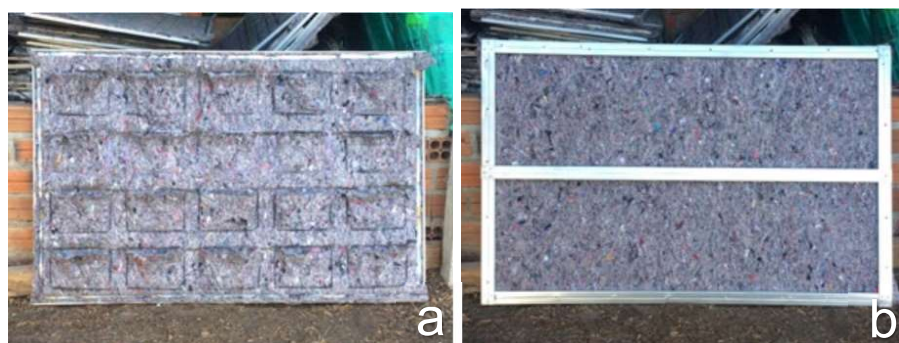
Os módulos para o sistema de jardim vertical adotado neste estudo foram desenvolvidos e disponibilizados pelo Setor de Paisagismo do Colégio Politécnico da UFSM. Trata-se de módulos de um sistema híbrido, onde são utilizados materiais de jardins hidropônicos – como a manta geotêxtil (feltro automotivo) – e substrato. Este sistema é classificado por Manso e Castro-Gomes (2015) como Parede Viva.

Os módulos são apresentados no item 4.3.1 e a estrutura desenvolvida para fixação dos mesmos está no item 4.3.2. Para a realização deste trabalho foram definidas duas espécies a partir de critérios apresentados no item 4.3.3. As espécies selecionadas são apresentadas no item 4.3.4.

4.3.1 Módulos de Parede Viva

Cada módulo de feltro possui área vegetada de 1,26m², com dimensões de 1,40x0,90m. Os módulos vazios podem ser observados na Figura 31. Para o experimento foram utilizados 8 módulos, totalizado 10,08m² de cada espécie de vegetação.

Figura 31 – Módulo confeccionado em feltro automotivo e perfis de aço zincado: (a) frente; (b) verso



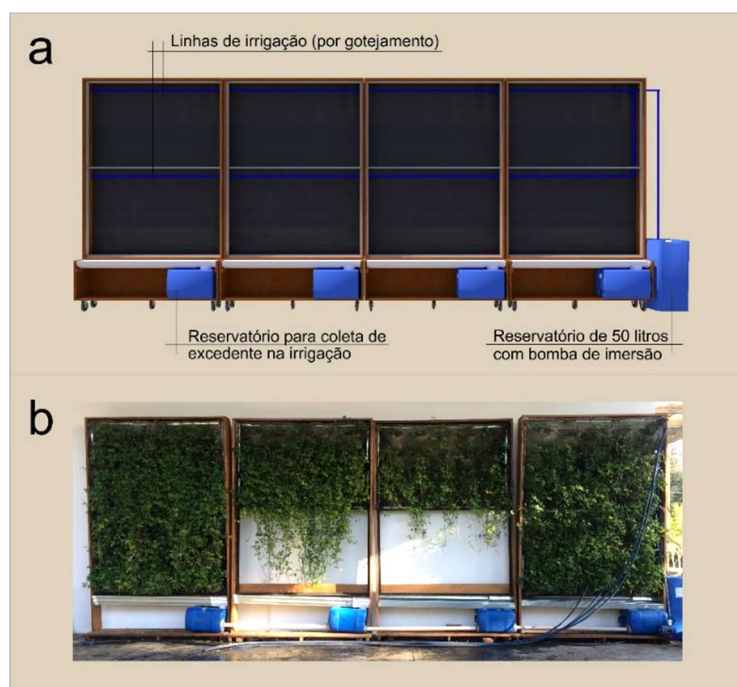
Fonte: Autora (2019).

4.3.2 Estrutura para os Módulos

Os módulos para vegetação foram fixados em molduras de madeira, em cada módulo de madeira foram fixados dois módulos com vegetação. O projeto da estrutura

pode ser observado na Figura 32a e o registro da montagem da estrutura na Figura 32b.

Figura 32 – Estrutura para os módulos: (a) projeto; (b) registro da pré-montagem



Fonte: (a) Autora (2020), software utilizado: SketchUp e Corel Draw; (b) Autora (2019).

O sistema de irrigação é formado por um reservatório de 50 litros com uma bomba submersa que conduz a irrigação por mangueiras em linhas de irrigação até a vegetação, onde é disponibilizada por meio de mangueiras de gotejamento. O excesso de irrigação é coletado por meio de calhas instaladas abaixo dos módulos vegetados e conduzida para um reservatório para posterior descarte e/ou reuso. Segundo Furlan (2002), não há disponível informações técnicas sobre as necessidades hídricas de plantas ornamentais, a irrigação é realizada empiricamente sem controle da umidade do substrato ou determinação da evapotranspiração da cultura. Sendo assim, para dimensionamento do reservatório de água de irrigação foi utilizado o método de observação. A partir do levantamento fotográfico e das dimensões da sala de aula, foi elaborada a Figura 33.

Figura 33 – Simulação da sala de aula com instalação do sistema móvel de paredes verdes



Fonte: Autora (2020), software utilizado: SketchUp.

A imagem é uma simulação, onde podem ser visualizados os módulos vegetados (8 unidades) fixados em módulos com estrutura de madeira (4 unidades) inseridos no ambiente da sala de aula.

4.3.3 Definição das Espécies

Para a definição das espécies utilizadas no experimento foram elencados critérios considerados relevantes para escolha. Com a intenção de inserir no estudo uma espécie nativa e comparar seu desempenho quanto às espécies caracterizadas como purificadoras de ar, convencionou-se que uma espécie deveria ser considerada purificadora de ar e outra nativa do Rio Grande do Sul, conforme pode ser observado no Quadro 3.

Quadro 3 – Critérios adotados para definição das espécies do experimento

Critérios	Espécie 1	Espécie 2
	Considerada purificadora de ar	Espécie nativa do RS
1º	Perenes	
2º	Floração pouco expressiva	
3º	Adaptadas as condições climáticas de Santa Maria	
4º	Adaptadas a baixa intensidade luminosa	
5º	Disponibilidade para produção de mudas	
6º	Menor tempo de crescimento	

Fonte: Autora (2020).

4.3.4 Espécies Seleccionadas

A partir da bibliografia consultada e dos critérios elencados foram definidas duas espécies para realização deste estudo. Nos subitens a seguir são apresentadas as principais características de cada espécie.

4.3.4.1 *Chlorophytum comosum* (clorofito, gravatinha)

Sin.: *Anthericum comosum*

O clorofito também conhecido popularmente como Gravatinha pertence à família Asparaceae, herbácea de raízes carnosas, a caule, de origem no continente africano, na África do Sul. Segundo Lorenzi (2015) a planta possui folhas rosuladas basais, achatadas e ornamentais na espécie típica, possui altura entre 15 a 20 cm, e tem ciclo de vida perene.

A delimitação entre as espécies dentro do gênero *Chlorophytum* é difícil, possivelmente por causa de várias radiações evolutivas em ambientes florestais que levaram a aspectos morfológicos muito semelhantes para distinguir espécies separadas de maneira confiável. A evidência fornecida para apoiar isso é a ampla distribuição da maioria dos táxons no gênero e a fraca dispersão das sementes, levando à conclusão de uma divergência evolutiva mais profunda entre os táxons.

Em relação à espécie *Chlorophytum comosum* são descritas três variedades/cultivares:

- *Chlorophytum comosum* 'Comosum', de cor verde sólida (figura 34a);
- *Chlorophytum comosum* 'Variegatum', que possui folhas mais escuras com margens brancas e hastes florais verdes (figura 34b); e
- *Chlorophytum comosum* 'Vittatum' ou "Reverse Variegatum" que tem folhas de cor verde médio, com uma ampla faixa branca central e hastes florais brancas. Em geral, é maior do que a cultivar anterior (figura 34c).

Segundo Lorenzi (2015), as cultivares mais conhecidas e populares são as variegadas, que apresentam folhas com listras longitudinais brancas nas margens ou no centro. Popularmente, a cultivar 'Variegatum' é conhecida como clorofito-de-sol e a cultivar 'Vittatum' como clorofito-de-sombra. No entanto, não foram encontrados relatos científicos sobre esta classificação.

Figura 34 – Variedades de *Chlorophytum comosum*: (a) 'Comosum'; (b) 'Variegatum'; (c) 'Vittatum'



Fonte: Roots Nursery (2020).

Ainda conforme Lorenzi (2015), as flores brancas e pequenas surgem em inflorescências longas no verão, porém possuem pouca importância ornamental. Após a floração e frutificação, formam-se pequenas mudas de clorofito ao longo das inflorescências que em contato com o solo enraízam formando uma colônia

A espécie é uma planta de fácil cultivo, e pouco exigente em manutenção, sendo bastante comum seu plantio em cestas suspensas, vasos e jardineiras, onde seu aspecto pendente é valorizado. Adapta-se muito bem a interiores, tolerando inclusive o ar-condicionado e eventuais esquecimentos de rega (PATRO, 2013). Segundo Lorenzi (2015) a espécie é indicada para cultivo em regiões subtropicais, preferencialmente a meia-sombra, em jardineiras como planta pendente, mas principalmente em canteiros, bordaduras ou como forração, no entanto não suporta pisoteio. Devem ser cultivadas em solo fértil, leve e enriquecido com matéria orgânica, com regas regulares. Suas raízes grossas, com boa reserva de nutrientes e água, a tornam tolerantes a pequenos períodos de seca e baixas temperaturas.

Conforme Pérez e Sánches (1997), o clorofito é uma planta muito adaptável, quando cultivada em ambiente interno, pode viver em ambientes frios ou temperados, perto da luminosidade de janelas ou em espaços sombrios. A rega deve ser abundante da primavera ao outono, reduzindo-se a frequência no inverno. As condições de seca estimulam o aparecimento de mais folhas, flores e estolões, em época de calor forte, é recomendada pulverização de água sobre as folhas. As plantas devem ser cultivadas em mistura de turfa, areia e serragem e podem ser multiplicadas também por divisão de touceira. Na figura 35, pode ser observado algumas mudas de *Chlorophytum comosum* 'Vittatum' produzidas a partir de divisão de touceiras para este estudo.

Figura 35 – Mudas de *Chlorophytum comosum* 'Vittatum'



Fonte: Autora (2019).

A espécie *Chlorophytum comosum* foi utilizada em um estudo da NASA, onde foi comprovado que esta planta é eficaz na remoção de toxinas comuns do ar como formaldeído e xileno . O estudo também demonstrou que, aproximadamente 70 plantas neutralizariam o formaldeído liberado pelos materiais em uma casa eficiente, cada planta ocupou um pote de 3,8 L (WOLVERTON; JOHNSON; BOUNDS, 1989).

Para o plantio desta espécie nos módulos foi utilizado o substrato com a composição de turfa hídrica, areia média e fibra de coco, na proporção de 1:1:1. Este substrato também é utilizado na produção de mudas desta espécie no Setor de Paisagismo do Colégio Politécnico da UFSM.

4.3.4.2 *Arachis repens* (amendoim-rasteiro, grama-amendoim, amendoinzinho)

Conhecida popularmente como, grama-amendoim, amendoim-rasteiro ou amendoinzinho a *Arachis repens* pertence à família Fabaceae e enquadra-se na categoria de forrações. A espécie desenvolve-se no clima equatorial, subtropical e tropical (PATRO, 2015). Segundo Lorenzi (2015), a espécie é nativa do Brasil, possui ciclo de vida perene, é uma herbácea reptante com forração que atinge altura entre 10 e 20 cm. Forma um denso colchão verde, com flores amarelas de valor ornamental secundário (Figura 36a). Na Figura 36b podem ser observadas as estacas de grama-amendoim em estufa para enraizamento, produzidas no Setor de Floricultura e Paisagismo do Colégio Politécnico da UFSM.

Figura 36 – Grama-amendoim: (a) floração; (b) mudas em estufa



Fonte: Autora (2019).

A grama-amendoim multiplica-se por divisão de touceiras e pelo estaqueamento da ramagem enraizada ou não, deve ser cultivada em canteiros ricos em matéria orgânica, permeáveis e irrigados periodicamente. É indicada para áreas sem pisoteio, dispensa podas regulares e suporta períodos de seca, porém não suporta geadas (LORENZI, 2015). Conforme Willes (2014), embora a espécie seja muito parecida com *Arachis pintoii*, é uma espécie distinta. Para o plantio desta espécie nos módulos empregados neste estudo, foi utilizado o substrato com a composição de turfa hídrica e fibra de coco na proporção de 1:1.

4.4 COLETA DE DADOS

Levando-se em consideração a revisão bibliográfica realizada, entende-se necessário a abordagem de multimétodos para a avaliação dos efeitos do uso de jardins verticais no ambiente em estudo. Através das ferramentas definidas para o estudo foi realizada a análise da correlação entre os parâmetros levantados, bem como a avaliação da percepção dos alunos em relação aos efeitos do uso de jardins verticais na sala de aula.

Levando-se em consideração o calendário letivo do ensino médio do Colégio Politécnico a coleta de dados e instalação dos módulos de jardins verticais foi realizada no segundo semestre de 2019, seguindo o cronograma apresentado no Quadro 4.

Quadro 4 – Cronograma para coleta de dados

DATA	ATIVIDADE
3 de outubro	Medição de CO ₂ , temperatura e umidade relativa do ar. Aplicação de questionário, registro fotográfico e observação.
4 de outubro	Instalação dos módulos de parede viva (grama-amendoim).
24 de outubro	Medição de CO ₂ , temperatura e umidade relativa do ar. Aplicação de questionário, registro fotográfico e observação.
25 de outubro	Instalação dos módulos de parede viva (clorofito).
14 de novembro	Medição de CO ₂ , temperatura e umidade relativa do ar. Aplicação de questionário, registro fotográfico e observação.
26 de novembro	Aplicação do teste de preferência aos alunos.

Fonte: Autora (2020).

Para a avaliação da percepção dos usuários em relação a qualidade do ambiente interno com a inserção dos jardins verticais foram definidas as ferramentas de avaliação pós-ocupação (APO): questionários (aplicados aos alunos para a identificação da percepção dos mesmos em relação a sala de aula) e teste de preferência. Os registros fotográficos realizados durante o experimento, além de servirem como ferramenta de observação também tem o intuito de fornecer imagens para a avaliação comparativa entre a sala de aula sem a parede viva e com a inserção dos jardins com as diferentes vegetações.

4.4.1 Aplicação de Questionários (*survey*)

O instrumento utilizado no *survey*, o questionário, é definido como “um conjunto de perguntas sobre um determinado tópico que não testa a habilidade do respondente, mas mede sua opinião, seus interesses, aspectos de personalidade e informação biográfica” (YAREMKO *et al.*, 1986).

Neste sentido, levando em consideração os estudos pessoa-ambiente o questionário desenvolvido para esta pesquisa tem objetivo de analisar e avaliar a percepção dos alunos em relação a inserção de jardins verticais a sala de aula. A ferramenta questionário foi aplicada aos alunos em três momentos durante o estudo e abrange questões referentes a dados sociodemográficos, percepção e conforto ambiental. As questões são abertas e fechadas, seguindo a sequência do geral ao específico.

Houve da realização de um teste do questionário, aplicado a uma turma do curso de arquitetura e urbanismo. Após aplicação do questionário à turma de graduação foram realizados alguns ajustes, resultando no questionário aplicado aos

alunos do Colégio Politécnico durante a realização deste estudo. O questionário é apresentado no Apêndice B.

Os dados sociodemográficos tem o objetivo de identificar a amostra de estudantes, ficando restrita apenas a sexo e idade. Embora Pinheiro e Günther (2008), considere um erro iniciar o questionário com o levantamento de dados pessoais, entende-se que como são solicitados dados gerais, este posicionado não gera prejuízo a pesquisa.

Quanto a percepção ambiental, foram elaboradas 3 questões que se destinam a definir a relação do indivíduo com elementos naturais, principalmente em relação as plantas. Já em relação conforto ambiental, foram definidas 17 questões que buscam informações sobre a percepção do usuário relacionadas o ambiente de sala de aula, abrangendo a qualidade do ar, tendo por base o questionário presente na NBR 16401-3:2008, sobre conforto térmico, visual e conforto de forma geral.

4.4.2 Medições de Parâmetros

Neste trabalho foram realizadas medições parâmetros físicos que posteriormente foram tratados, analisados e comparados. As medições, assim como aplicação dos questionários, ocorreram antes da inserção dos jardins verticais, vinte dias após a inserção dos jardins verticais da espécie grama-amendoim, assim como vinte dias após sua retirada – com inserção da parede viva da espécie clorofito.

Os parâmetros definidos para medição foram a concentração de dióxido de carbono (CO₂), temperatura de bulbo seco (TBS) e a umidade relativa do ar (UR). A TBS e UR podem ser considerados essenciais para o conforto dos usuários, já a concentração de CO₂ é considerada com um indicador da qualidade do ar, podendo causar sonolência aos alunos e baixo desempenho (FAKOURY, 2017).

Para a realização dos ensaios foram utilizados como documentos de referência a Resolução nº 9 (ANVISA, 2003) que determina Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo. A adoção da RE nº 9 como referência, mesmo com a coleta de dados sendo realizada em condição de ventilação natural, não é uma condição limitadora deste estudo, tendo em vista o estudo realizado por Bordini (2015), citado anteriormente.

4.4.2.1 Equipamento Utilizado

Para a aferição da concentração de CO₂ (ppm), Umidade Relativa do Ar (%) e Temperatura Bulbo Seco (°C), foi utilizado um equipamento de leitura direta por meio de sensor infravermelho não dispersivo, com calibração de acordo com especificações do fabricante que segue as especificações recomendadas na RE nº 09 (ANVISA, 2003). O medidor utilizado neste estudo é o modelo AZ77535. O equipamento mede temperatura (°C), umidade relativa do ar (%) e concentração de CO₂ (ppm). O modelo AZ77535 é apresentado na Figura 37.

Figura 37 – Mostrador de dióxido de carbono (CO₂)



Fonte: AKSO (2019).

As especificações técnicas do mostrador são apresentadas no Quadro 7.

Quadro 7 – Especificações técnicas do equipamento Modelo AZ77535

Parâmetro	Faixa de Medição	Resolução	Exatidão
Concentração de CO ₂	0 a 5000 ppm	1 ppm	±30 ppm ±5% da leitura (0 a 5000 ppm)
Temperatura	-10 a 60°C	0.1°C	±0.6°C
Umidade Relativa do Ar	0.1 a 99.9%UR	0.1%UR	±3%UR

Fonte: AKSO (2019).

O sensor do equipamento funciona em temperatura de operação entre temperatura de operação de -10 a 50°C e umidade de operação entre 10 a 90%UR (sem condensação). O equipamento possui recursos adicionais como *Time Weighted Average (TWA)*, concentração média ponderada admitida para a exposição ao gás durante 8 horas consecutivas, sem causar danos à saúde; *Short Term Exposure Limit (STEL)*, concentração máxima admitida para a exposição ao gás durante 15 minutos

consecutivos, sem causar danos à saúde; ponto de orvalho – temperatura na qual o vapor de água que está em suspensão no ar começa a se condensar e; temperatura bulbo úmido (TBU), temperatura do ambiente levando em consideração também a umidade contida no ar deste ambiente.

Conforme recomendação da RE nº 9 (ANVISA, 2003) foram realizadas aferições pontuais das concentrações de CO₂, umidade relativa do ar e temperatura ambiente (TBS, temperatura bulbo seco).

4.4.2.2 Método da Coleta dos Parâmetros Químico e Físicos

O método utilizado para a medição dos parâmetros segue a RE nº 9 (ANVISA, 2003). Para a concentração de CO₂ a resolução define como estratégia de amostragem que o número de amostras de ar interior, é estabelecido por base a área construída climatizada dentro de uma mesma edificação e razão social, e que os pontos amostrais deverão ser distribuídos uniformemente e coletados com o amostrador localizado na altura de 1,5 m do piso, no centro do ambiente ou em zona ocupada.

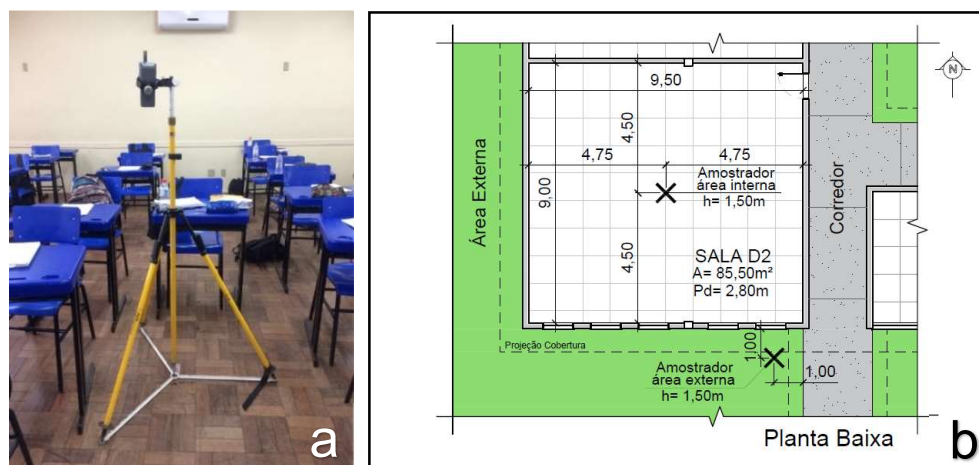
A sala de aula possui 85,50m², sendo assim, estabeleceu-se para este estudo o número de uma amostra isolada, pois trata-se de uma unidade funcional com características epidemiológicas diferenciada: escola, com área menor de 1000m². Conforme citado anteriormente, adotando a metodologia utilizada no estudo realizado por Fakhoury (2017), adaptada ao horário de uso da sala de aula pelos alunos. Quanto ao procedimento de amostragem para a concentração de CO₂, as medidas foram realizadas em horários de pico de utilização do ambiente.

Quanto a medição de TBS e UR do ar foi utilizado o mesmo equipamento da medição de CO₂. As aferições da mesma forma como da coleta de dados referentes a concentração de CO₂, foram realizadas antes da inserção dos jardins verticais, vinte dias após a inserção dos jardins verticais da espécie grama-amendoim, bem como vinte dias após sua retirada – com inserção da parede viva da espécie clorofito.

As medições foram realizadas nos dias 3 de outubro, 24 de outubro e 14 de novembro, das 7:00 as 12:30, aferidas a cada 10 minutos, na condição de ventilação natural. Na primeira coleta, às 7:00 nos três dias, foi realizada com porta e janelas fechadas, após a coleta foram abertas a porta e janelas da sala, seguindo as

observações anotadas na ficha de coleta. As medições ocorrem com o equipamento fixado em um tripé, mantendo a mesma altura de 1,50m do piso, conforme indicação da RE nº9. Para a coleta dos parâmetros no ambiente externo foi utilizado o mesmo equipamento. Desta forma, as coletas no ambiente externo ocorreram apenas em três horários – 7:00, 10:30 e 12:30, logo após a realização da coleta no ambiente interno. A locação do equipamento, tanto no ambiente interno quanto externo, pode ser observada na figura 38.

Figura 38 – Locação do equipamento: (a) registro fotográfico; (b) planta baixa da sala de aula D2



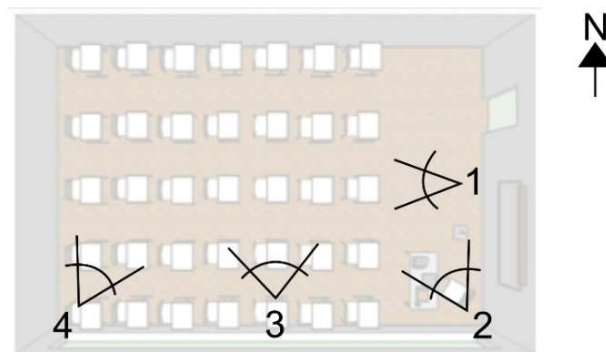
Fonte: (a) Autora (2019); (b) Autora (2020), software utilizado: AutoCad.

Durante o período de coleta de dados, além das observações referentes a abertura de portas e janelas, também foram anotadas a movimentação e/ou ausência dos alunos. Por exemplo, momentos de intervalo e atividades fora da sala de aula.

4.4.3 Registros Fotográficos

O levantamento fotográfico teve como objetivo de criar um banco de imagens referentes ao dia de coleta de dados, sendo também utilizado na elaboração do teste de teste de preferência. Os registros foram realizados em diferentes ângulos, bem como em quatro pontos focais pré-definidos em planta baixa e marcados *in loco* (Figura 39). As imagens utilizadas no teste de preferência podem ser observadas no Apêndice C.

Figura 39 – Planta Baixa com marcação dos pontos focais



Fonte: Autora (2020), software utilizado: Corel Draw.

Definiu-se a altura de 1,50m como altura padrão dos registros. Desta forma criou-se um acervo de imagens das diferentes etapas do experimento com mesmo padrão perspectivo, passíveis de comparação entre as mesmas.

4.4.3.1 Registro Fotográfico: 3 de outubro de 2019

Este levantamento fotográfico foi realizado no dia 3 de outubro de 2019, as 7:00 do dia da primeira coleta de dados (aplicação de questionário e medição de parâmetros físicos), realizada durante o período da manhã, sem a presença da parede viva. A parede viva foi instalada no mesmo dia durante o período da tarde. A sala de aula é apresentada nas Figuras 40 e 41, sob os respectivos pontos focais: 1, 2, 3 e 4.

Figura 40 – Imagens da sala de aula, dia 3 de outubro: (a) ponto focal 1; (b) ponto focal 2



Fonte: Autora (2019).

Figura 41 – Imagens da sala de aula, dia 3 de outubro: (a) ponto Focal 3; (b) ponto focal 4



Fonte: Autora (2019).

4.4.3.2 Registro Fotográfico: 24 de outubro de 2019

Este levantamento fotográfico foi realizado no dia 24 de outubro de 2019 as 7:00. Na figura 42 (sob os respectivos pontos focais: 1, 2, 3 e 4), observa-se a presença da parede viva com a espécie *Arachis repens* (grama-amendoim).

Figura 42 – Imagens da sala de aula, dia 24 de outubro: (a) ponto focal 1; (b) ponto focal 2; (c) ponto focal 3; (d) ponto focal 4



Fonte: Autora (2019).

Conforme informado anteriormente os jardins verticais foram instalados no dia 3 de outubro no período da tarde, permitindo que os alunos pudessem conviver com a estrutura durante o período de vinte dias, antes da aplicação da segunda coleta de dados (aplicação de questionário e medição de parâmetros físicos).

Um fator importante a ser destacado é que a espécie grama-amendoim apresentou evidências de estiolamento, como pode ser observado na Figura 43.

Figura 43 – Aparente estiolamento da espécie grama-amendoim



Fonte: Autora (2019).

O estiolamento está relacionado a falta de radiação solar, fator importante a ser observado em estudos que envolvam o uso da grama-amendoim no ambiente interno.

4.4.3.3 Registro Fotográfico: 14 de novembro de 2019

Este levantamento fotográfico foi realizado no dia 14 de novembro de 2019. A sala de aula é apresentada na Figura 44 sob os respectivos pontos focais: 1, 2 ,3 e 4.

Figura 44 – Imagens da sala de aula, dia 14 de novembro: (a) ponto focal 1; (b) ponto focal 2; (c) ponto Focal 3; (d) ponto focal 4



Fonte: Autora (2019).

4.4.4 Aplicação de Teste de Preferência com uso de Imagens

Esta ferramenta de levantamento da percepção consistiu na apresentação três imagens da sala de aula registradas durante o estudo. Os alunos foram orientados a escolher uma das imagens respondendo à questão: “Entre as imagens apresentadas a seguir qual representa sua preferência em relação ao ambiente escolar?”. A primeira imagem é da sala de aula sem os jardins verticais, a segunda com jardins verticais da espécie grama-amendoim e a terceira imagem é referente a sala de aula com parede viva da espécie clorofito. O teste aplicado aos alunos é apresentado no Apêndice C desta dissertação.

Após aplicação do teste, os dados levantados foram tratados, analisados e comparados com os questionários sobre percepção do ambiente aplicados nas etapas anteriores do experimento. A análise destes dados é apresentada no item 5.3 desta pesquisa. Através desta ferramenta, juntamente com a aplicação dos questionários, foi possível identificar a percepção dos estudantes em relação ao uso de jardins

verticais em sala de aula, bem como a preferência entre as espécies de vegetação deste estudo.

4.5 TRATAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

Os dados coletados referentes a aplicação de questionários, parâmetros físicos e teste de preferência foram inicialmente transcritos para arquivos de formato Planilha *Excel*. Para a análise dos dados levantados foram utilizadas análise estatística e descritiva. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio da empresa Sigma Jr, através de uma consultoria. A Sigma Jr é uma empresa vinculada ao curso de Bacharelado em Estatística da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Nos itens 4.5.1 a 4.5.3 são descritos os métodos utilizados para tratamento e análise dos dados levantados.

4.5.1 Questionários (*survey*)

Os questionários foram transcritos para arquivos de formato Planilha *Excel*, onde posteriormente foram agrupados, sendo gerados gráficos e tabelas para realização de análise descritiva dos resultados. Foram tabulados o total de 91 questionários, com 22 questões cada, referentes aos três dias de coleta de dados. A análise dos questionários é apresentada no capítulo 5.

4.5.2 Parâmetros Químico e Físicos

Os parâmetros físicos coletados foram anotados manualmente e posteriormente transcritos para arquivos de formato Planilha *Excel*. Foram tabulados os parâmetros físicos referentes aos três dias de coleta de dados. Os dados foram coletados nos mesmos dias de aplicação dos questionários (*survey*), também na sala de aula D2, referente a sala da turma da 3ª série do ensino médio do Colégio Politécnico da UFSM.

Para análise dos parâmetros físicos foram realizadas análise estatística de correlação utilizando os programas *Linguagem R* e *Microsoft Excel*. Os programas auxiliaram na geração dos gráficos, análises e testes. A aplicação da análise de

correlação teve como objetivo medir a direção e a intensidade da relação linear entre as variáveis quantitativas definidas para este estudo que são os parâmetros físicos: concentração de CO₂ (ppm), umidade relativa do ar (UR), temperatura do ambiente (°C), nº de ocupantes na sala de aula e as observações feitas (porta aberta ou fechada) para as três datas observadas.

A análise de correlação é realizada através de gráficos de dispersão. Um gráfico de dispersão mostra a direção e a intensidade da relação entre duas variáveis quantitativas. Ao observarmos os gráficos de dispersão, tentamos identificar visualmente a relação linear entre essas variáveis, ou seja, os pontos mais próximos uns dos outros, que possuem um formato de reta, pode-se dizer que essas variáveis tem uma “relação linear”. A intensidade de uma relação num gráfico de dispersão é determinada pela proximidade com que os pontos seguem uma forma clara. Uma relação linear é forte se os pontos estão próximos da reta; e fraca, se eles estão espalhados em torno da reta. As duas variáveis podem estar positivamente ou negativamente relacionadas; e ainda pode não haver relação entre elas.

Neste trabalho é adotada a interpretação das escalas de coeficientes de correlação definidas por Newbold (1995), apresentada no Quadro 5.

Quadro 5 – Interpretação das escalas de coeficientes de correlação

	Correlação	Interpretação
+	1,00	Positiva perfeita
+	0,70 a 0,99	Positiva muito forte
+	0,50 a 0,69	Positiva substancial
+	0,30 a 0,49	Positiva moderada
+	0,10 a 0,29	Positiva baixa
+	0,01 a 0,09	Positiva ínfima
	0,00	Nenhuma
-	0,01 a 0,09	Negativa ínfima
-	0,10 a 0,29	Negativa baixa
-	0,30 a 0,49	Negativa moderada
-	0,50 a 0,69	Negativa substancial
-	0,70 a 0,99	Negativa muito forte
-	1,00	Negativa perfeita

Fonte: Adaptação de Newbold (1995).

A correlação (r) é sempre um número entre -1 e 1 . Os valores de r próximos de 0 indicam uma relação linear fraca. A intensidade da relação linear cresce, à medida que r se afasta de 0 e vai em direção à -1 ou à 1 . Os valores $r = -1$ e $r = 1$, só ocorrem no caso de relação linear perfeita, quando os pontos caem exatamente sobre

uma reta. O coeficiente apresentado entre as variáveis evidencia seu grau de relacionamento.

4.5.3 Teste de Preferência

Assim como no tratamento de dados dos questionários, os dados referentes ao teste de preferência foram transcritos para arquivos de formato Planilha *Excel*, onde posteriormente foram agrupados, sendo gerado gráfico e tabela para realização de análise descritiva dos resultados. Foram tabulados 35 testes de preferência, aplicado no dia 26 de novembro de 2019, aos alunos usuários da sala de aula, objeto deste estudo. A análise do teste de preferência é apresentada no capítulo 5.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados os resultados e discussões referentes aos dados coletados durante a realização desta pesquisa. Os dados analisados são alusivos aos dias 3 e 24 de outubro, 14 e 26 de novembro de 2019. Nas três primeiras datas foram aplicadas as ferramentas de coleta de dados: questionário (*survey*) e coleta de parâmetros físicos, sendo aplicado no dia 26 de novembro apenas o teste de preferência.

5.1 QUESTIONÁRIOS (*SURVEY*)

Conforme citado anteriormente, a aplicação do questionário realizada em três datas diferentes: no dia 3 de outubro foram aplicados 35 questionários, em 24 de outubro foram 22 questionários e no dia 14 de novembro foram 34 questionários. A turma era composta por 37 alunos, com idade entre 17 e 20 anos, no entanto apenas 35 alunos optaram por responder os questionários.

A análise dos questionários foi realizada comparando os resultados as três datas de coletas. Os questionários foram aplicados após o retorno dos alunos do intervalo, aproximadamente 10h30min da manhã, nas três datas.

O questionário foi dividido em três partes: a primeira refere-se a análise sociodemográfica da amostra, a segunda sobre percepção ambiental e a terceira parte referente ao conforto ambiental na sala de aula.

5.1.1 Questionário: Sociodemográfico

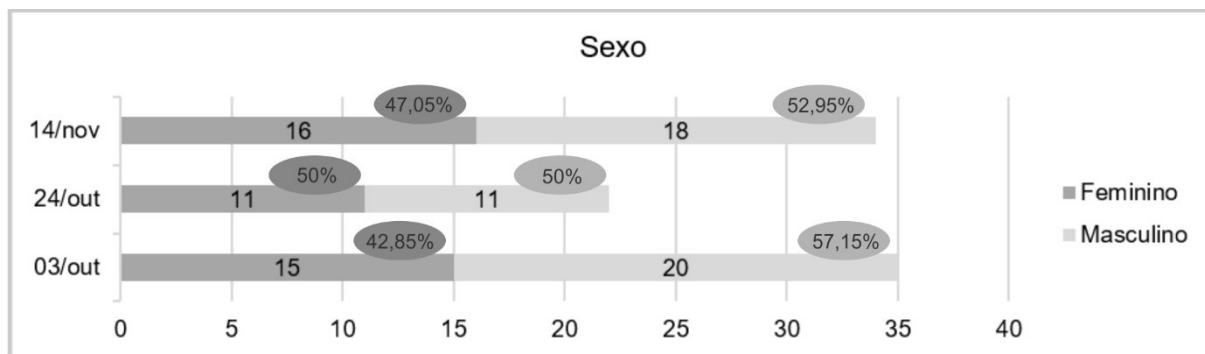
As questões 1 e 2 tem como objetivo traçar o perfil sociodemográfico dos alunos. A partir dos dados apresentados nos gráficos é possível verificar que os alunos possuem idade entre 17 e 20 anos, sendo a maioria do sexo masculino.

- *Questão 1: Sexo*

Na Figura 45 pode-se observar que no dia 3 de outubro haviam 34 alunos, sendo 15 (42,85%) do sexo feminino e 20 (57,15%) do sexo masculino. No dia 24 de outubro haviam 22 alunos, sendo 11 (50%) deles do sexo feminino e 11 (50%) do sexo

masculino. Já no dia 14 de novembro haviam 34 alunos sendo 16(47,05%) do sexo feminino e 18 (52,95%) do sexo masculino.

Figura 45 – Gráfico referente ao sexo dos alunos



Fonte: Adaptação de Sigma Jr (2020).

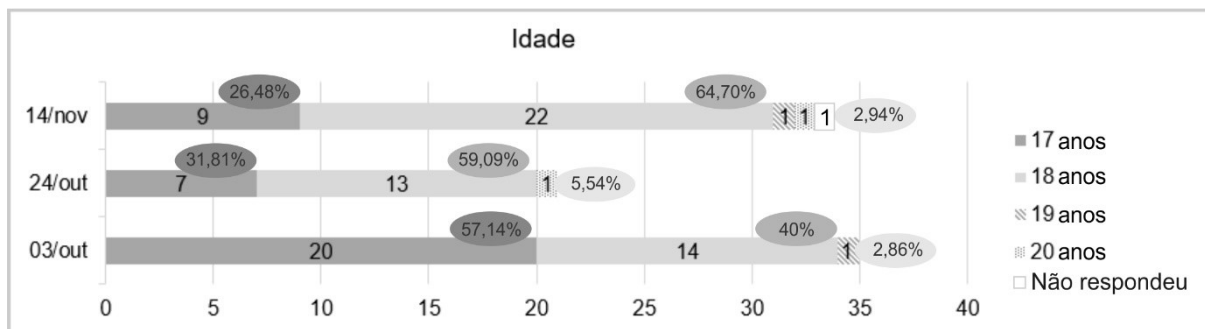
Desta forma, percebe-se que a maioria dos alunos presentes nos três dias de coleta são de estudantes do sexo masculino.

A partir dos dados apresentados também podemos observar uma grande variação no número de alunos que participaram da aplicação dos questionários. Esta variação ocorreu em função do período de provas no trimestre, bem como da prioridade dos alunos na sua preparação para realização de provas para ingresso no nível superior.

- **Questão 2: Idade dos Alunos**

A partir da Figura 46, observa-se que no dia 3 de outubro 20 alunos (57,14%) tinham 17 anos, tínhamos 14 alunos (40%) com 18 anos e 1 aluno (2,86%) com 19 anos. Em 24 de outubro haviam 21 alunos, sendo 7 alunos (31,81%) com 17 anos, 13 (59,09%) com 18 anos e 1 (5,54%) com 20 anos. Já no dia 14 de novembro haviam 34 alunos, sendo que um (2,94%) não respondeu a essa questão. Dos 34 alunos, 9 (26,48%) possuíam 17 anos, 22 (64,70%) com 18 anos, 1(2,94%) com 19 anos e 1 aluno (2,94%) com 20 anos.

Figura 46 – Gráfico referente a idade dos alunos



Fonte: Adaptação de Sigma Jr (2020).

Observou-se também uma variação no número de alunos com 17 e 18 anos, sendo o máximo de alunos com 17 anos no dia 3 de outubro, já nos dias 24 de outubro e 14 de novembro, esse número apresenta-se reduzido. Já com 18 anos, tínhamos 14 alunos no dia 3 de outubro e chegamos a 22 no dia 14, um mês depois. Podemos atribuir esta variação ao fato de muitos alunos terem feito aniversário durante o período de coleta de dados, visto que no dia 3 de outubro e no dia 14 de novembro, a maioria dos alunos estavam presentes em sala de aula. Desta forma, verifica-se através do questionário sociodemográfico que a maioria dos alunos da turma D2 são do sexo masculino e com idade de 18 anos.

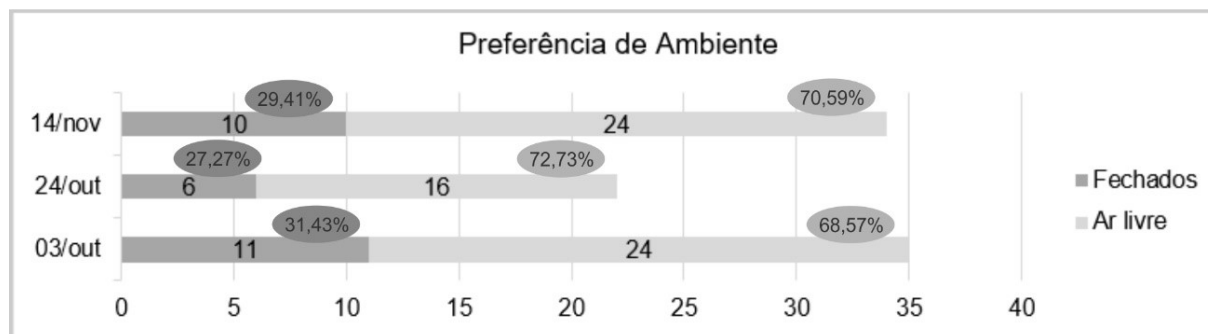
5.1.2 Questionário: Percepção Ambiental

Esta análise tem como objetivo avaliar a percepção ambiental dos alunos em relação as suas preferências quanto a ambientes e plantas.

- *Questão 3: Preferência de Ambiente*

A partir da Figura 47, gráfico sobre a preferência pelo tipo de ambiente, observa-se que no dia 3 de outubro 24 alunos (68,57%) possuem preferência por ambientes ao ar livre. Em 24 de outubro, 16 estudantes (72,73%) preferem o mesmo tipo de ambiente. Já no dia 14 de novembro, 24 alunos (70,59%) preferem ambientes ao ar livre.

Figura 47 – Gráfico sobre a preferência de ambiente



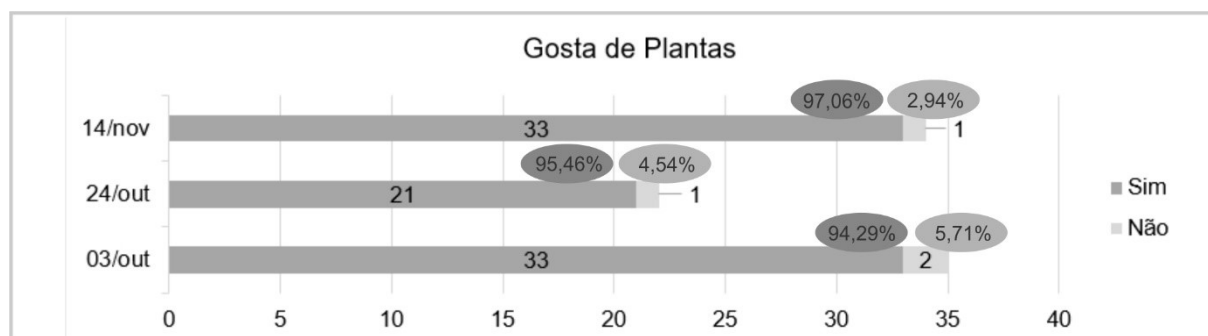
Fonte: Adaptação de Sigma Jr (2020).

Desta forma, verifica-se que a maioria dos alunos têm preferência por ambientes ao ar livre e que a presença dos jardins verticais possivelmente não interferiu nesta preferência, já que nas três situações, independente da presença dos jardins verticais nos dias 24 de outubro e 14 de novembro, a maioria dos alunos também informou preferir ambientes ao ar livre.

- **Questão 4: Gosta de plantas?**

No gráfico da Figura 48, pode-se observar que a grande maioria dos alunos gosta de plantas. No dia 3 de outubro dos 35 alunos entrevistados 33 (94,29%) gostam e apenas dois não gostam (5,71%). Em 24 de outubro dos 22 alunos entrevistados 21 (95,46%) gostam de plantas e apenas 1 não gosta (4,54%). E, no dia 14 de novembro dos 34 alunos presentes, 33 deles (97,06%) assinalaram gostar de plantas e apenas 1 um não (2,94%).

Figura 48 – Gráfico sobre o gosto por plantas



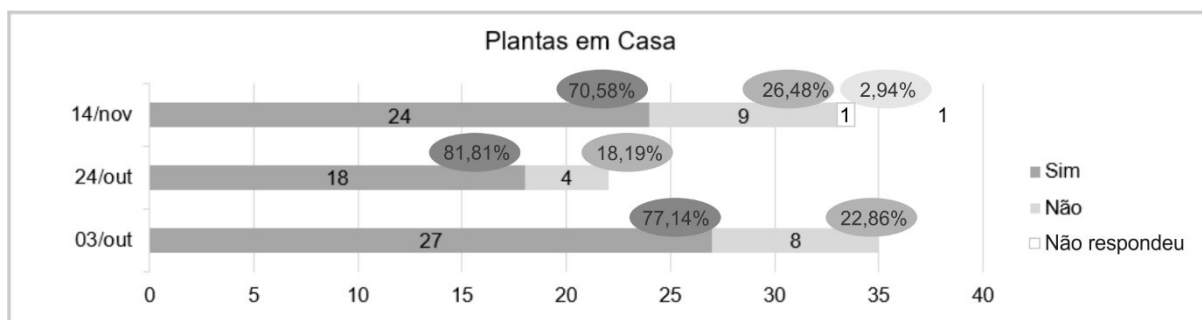
Fonte: Adaptação de Sigma Jr (2020).

Conforme observado, no primeiro dia de coleta de dados, situação em que não havia a presença da parede viva, dois alunos afirmaram não gostar de plantas. No entanto, não foi possível identificar o motivo dessa variação, visto que o número de alunos que responderam os questionários foi diferente nas três datas e os questionários não foram identificados.

- **Questão 5: Possui plantas dentro de casa?**

De acordo com Figura 49, percebe-se que uma parcela maior de alunos possui plantas em casa. Observando os dados do dia 3 de outubro, 27 alunos (77,14%) disseram possuir algum tipo de plantas em casa, enquanto 8 (22,86%) não possuem nenhum tipo de plantas. No dia 24 de outubro, 18 alunos (81,81%) possuíam plantas em casa e 4 não (18,19%). Já no dia 14 de novembro 24 alunos (70,58%) assinalaram possuir plantas e 9 (26,48%) não. Já no dia 14 de novembro 24 alunos (70,58%) assinalaram possuir plantas e 9 (26,48%) não. Já no dia 14 de novembro 24 alunos (70,58%) assinalaram possuir plantas e 9 (26,48%) não.

Figura 49 – Gráfico referente aos alunos que possuem plantas em casa



Fonte: Adaptação de Sigma Jr (2020).

Desta forma, percebe-se que nas três situações a maioria dos estudantes afirmam possuírem plantas em casa, não sendo possível identificar se o aumento da porcentagem de alunos que possuem plantas em casa no dia 24 de outubro em relação aos outros dias é uma reflexão da aproximação com o uso de jardins verticais ou deu-se em decorrência da variação do número de alunos.

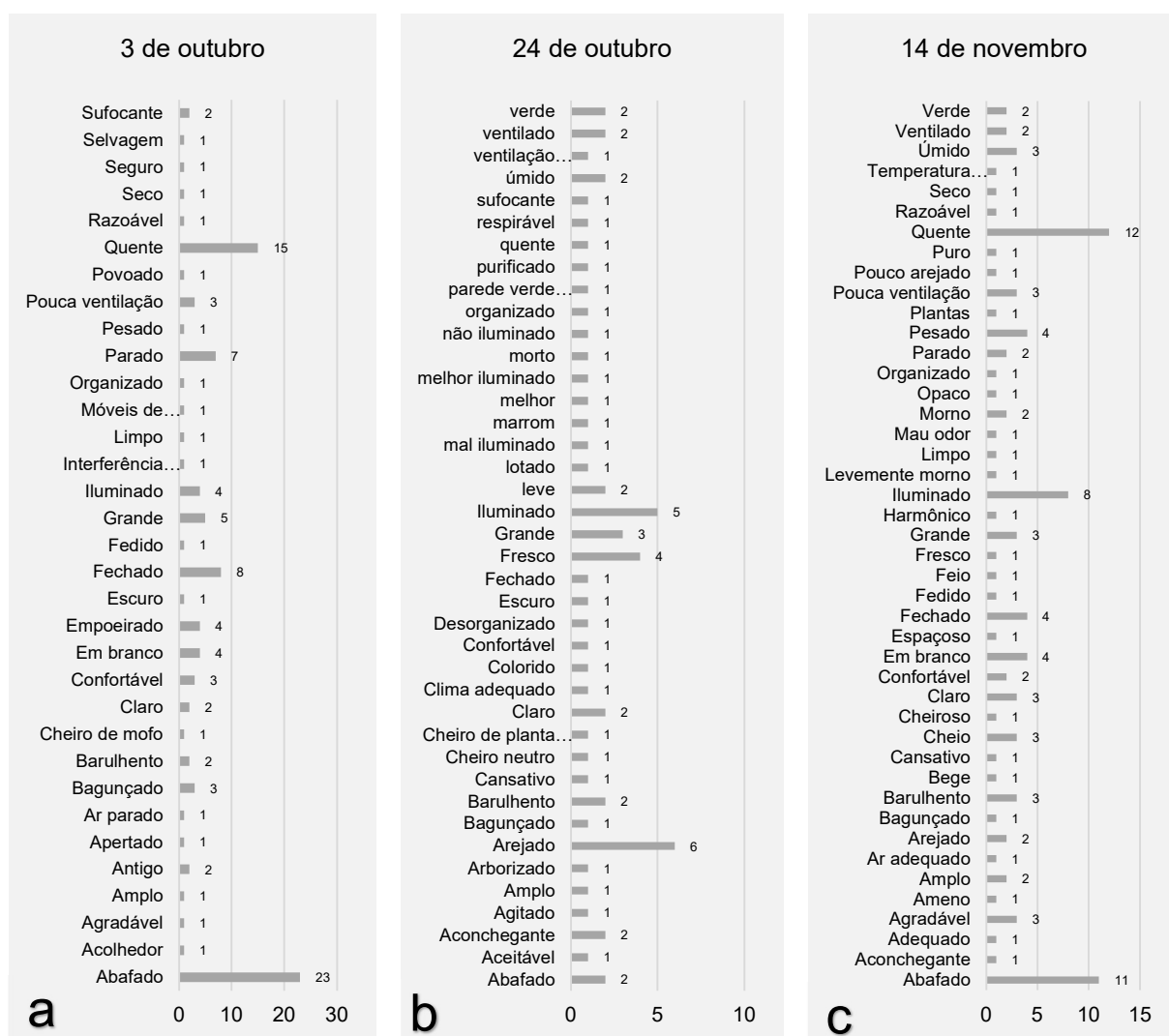
5.1.3 Questionário: Conforto Ambiental

A terceira parte do questionário tem como objetivo avaliar o conforto ambiental percebido pelos alunos na sala de aula. Neste item são apresentadas as análises e resultados referentes às questões de número 6 ao 22.

• **Questão 6: Descreva com 3 palavras este ambiente (sala de aula):**

Na Figura 50 são apresentados gráficos referentes as respostas da questão aberta em cada dia de coleta de dados.

Figura 50 – Questão 6: (a) 3 de outubro; (b) 24 de outubro; (c) 14 de novembro



Fonte: Sigma Jr (2020).

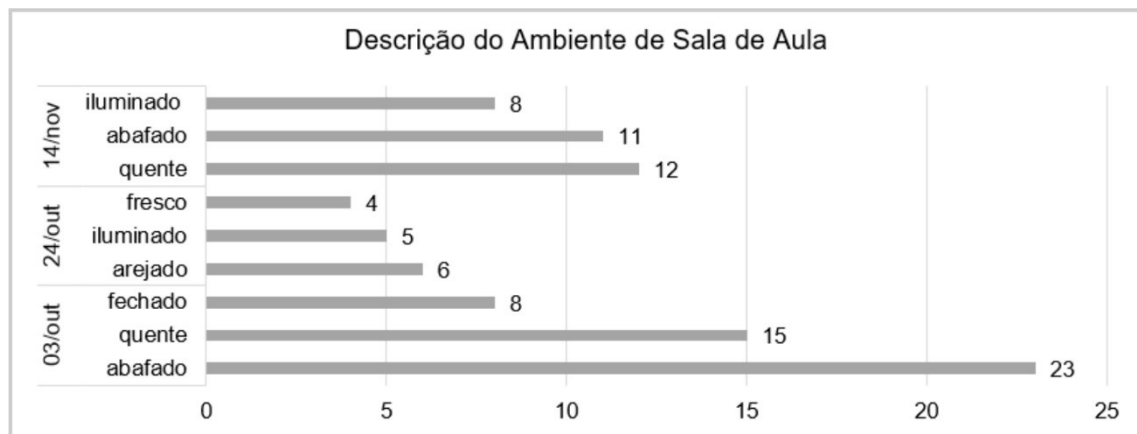
Em relação ao dia 3 de outubro (Figura 50a), onde ainda não havia sido inserida a parede viva, observa-se que a maioria dos alunos cita a palavra “abafado” (23 marcações), “quente” aparece com 15 indicações e “fechado” é mencionado 8 vezes. Já na Figura 50b (dia 24 de outubro, após 20 dias da inserção da parede viva com vegetação da espécie grama-amendoim), as três palavras mais mencionadas foram “arejado” (com 6 indicações), “iluminado” (5 vezes) e “fresco” (mencionada 4 vezes).

A Figura 50c, apresenta as palavras que demonstram como os alunos descrevem o ambiente no dia 14 de novembro, após 20 dias da substituição da vegetação da parede viva pela espécie clorofito. Podemos observar que as três palavras mais citadas são: “quente” (12 vezes), “abafado” (indicada 11 vezes) e “iluminado” (com 8 indicações).

Desta forma, verifica-se que sem a vegetação os alunos descreveram o ambiente da sala de aula como “abafado”, “quente” e “fechado”. Após a inserção da parede viva com a espécie grama-amendoim, os alunos descreveram o ambiente como “arejado”, “iluminado” e “fresco”. Já após a substituição da espécie grama-amendoim pela espécie clorofito, os alunos descrevem o ambiente como “quente”, “abafado” e “iluminado”.

Na Figura 51 é apresentado um gráfico resumo com as três palavras mais citadas pelos alunos sobre a descrição do ambiente de sala de aula nas três situações de coleta de dados.

Figura 51 – Descrição do Ambiente de Sala de Aula



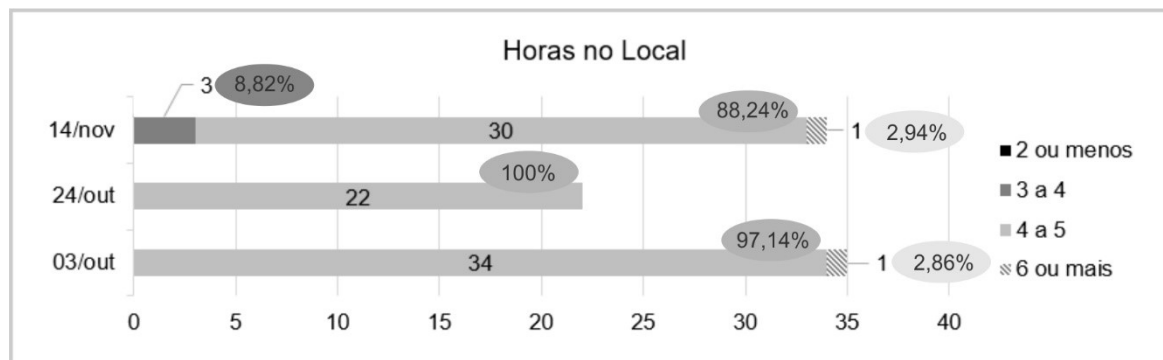
Fonte: Sigma Jr (2020).

Assim, identificou-se que a melhor descrição do ambiente acontece na situação de sala de aula do dia 24 de outubro, com parede viva da espécie grama-amendoim.

- *Questão 7: Em média, quantas horas do seu dia você permanece neste local?*

Através da Figura 52, pode-se notar a maior parte dos alunos relatou nas três datas que permanece de 4 a 5 diariamente na sala de aula.

Figura 52 – Gráfico referente as horas de permanência no local

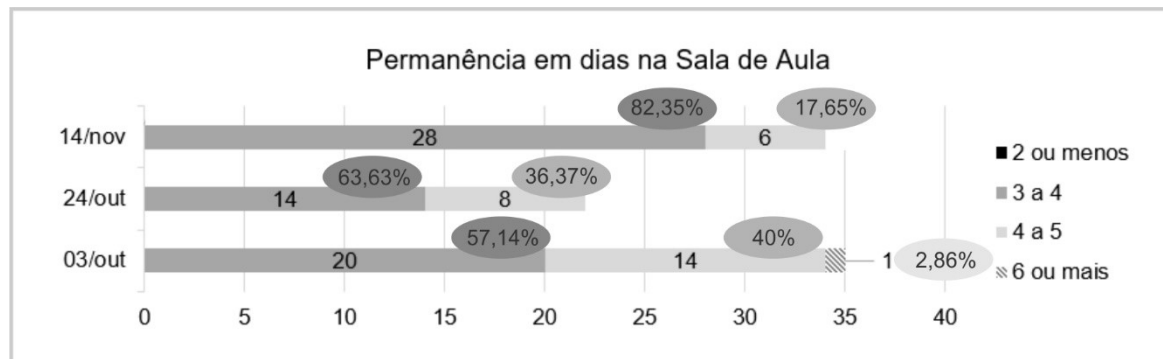


Fonte: Adaptação de Sigma Jr (2020).

- **Questão 8: Quantos dias na semana você frequenta essa sala de aula?**

Observando a Figura 53, pode-se notar que a maioria dos alunos entrevistados nas três situações frequentam a sala de aula de 3 a 4 dias na semana.

Figura 53 – Gráfico de dias na semana que os alunos frequentam o local



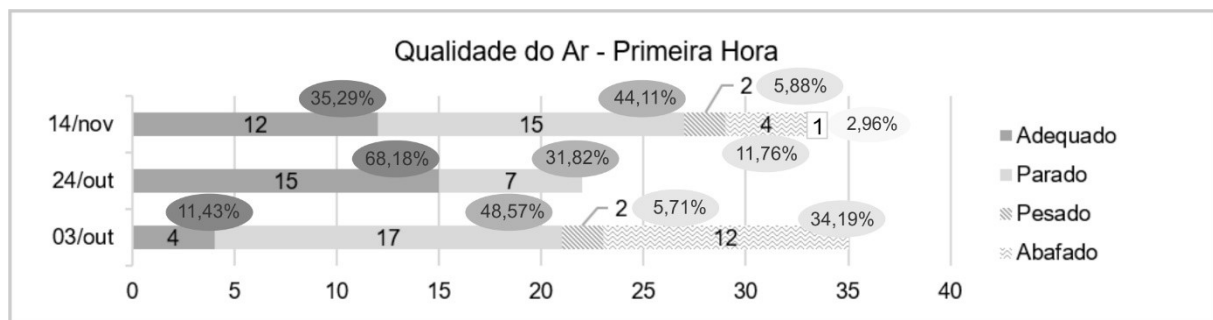
Fonte: Adaptação de Sigma Jr (2020).

As questões 7 e 8 apresentam importância quanto a permanência dos alunos no ambiente em estudo. Desta forma, verificou-se que a maioria dos alunos permanece no local por um período de 4 a 5 horas por dia, de 3 a 4 dias na semana. No entanto, não foram possíveis fazer relações entre os resultados obtidos nessas questões e os resultados finais desta pesquisa.

- **Questão 9: Como você descreveria a qualidade do ar, ao entrar neste local na primeira hora do dia?**

Através da Figura 54 observa-se que no dia 3 de outubro 17 alunos (48,57%) concordam que o ar estava com pouca ventilação (parado), 12 (34,19%) acharam que o ar estava abafado, 4 (11,43%) como sendo adequado e 2 (5,71%) acharam que o ar estava pesado. No dia 24 de outubro, 15 estudantes (68,18%) disseram que o ar estava adequado e 7 (31,82%) disseram que o ar estava parado ou com pouca ventilação. Já no dia 14 de novembro, 15 alunos (44,11%) concordaram que o ar era parado ou com pouca ventilação, 12 (35,29%) disseram estar adequado, 4 abafado (11,76%), 2 (5,88%) com a sensação de pesado e um aluno (2,96%) não respondeu à questão.

Figura 54 – Gráfico referente a qualidade do ar na primeira hora do dia em sala de aula



Fonte: Adaptação de Sigma Jr (2020).

A partir da Figura 50, verificou-se grande diferença na percepção da qualidade do ar pelos alunos na primeira hora do dia quando comparamos as três situações. Desta forma, destaca-se:

- no dia 3 de outubro, sem os jardins verticais, a maioria dos alunos considerou o ar parado (com pouca ventilação) e pesado;
- no dia 24 de outubro, na presença da parede viva da espécie grama-amendoim, a maioria dos alunos considerou o ar adequado, sendo que nenhum aluno considerou o ar como pesado ou abafado nessa situação;
- no dia 14 de novembro, na presença da parede viva da espécie clorofito, a maioria dos alunos considerou o ar parado. Em menor número, mas não pouco significativo, percebe-se um considerável número de alunos que consideraram o ar adequado nessa situação questão.

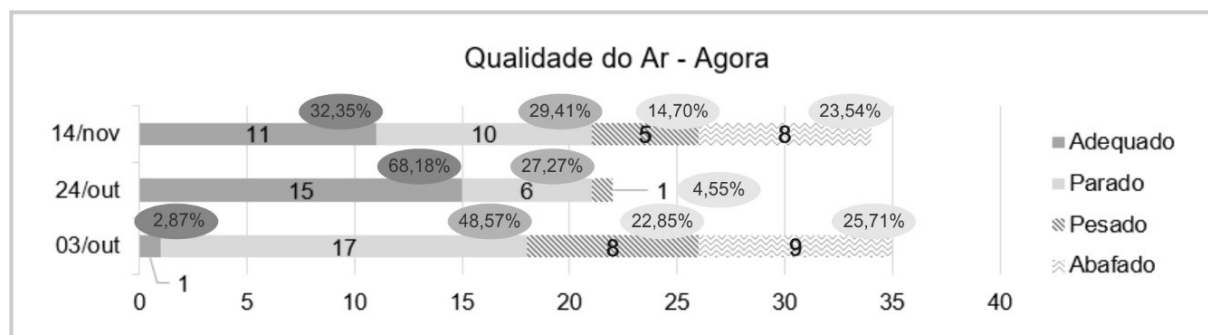
Assim, verificou-se que houve melhoria na percepção dos alunos em relação a qualidade do ar na primeira hora do dia com a inserção dos jardins verticais, sendo

ainda mais relevante essa melhoria na presença da parede viva da espécie grama-amendoim.

- *Questão 10: Como você descreveria a qualidade do ar neste local, neste momento?*

Semelhante a análise anterior, porém questionados sobre a qualidade do ar no momento da entrevista, a Figura 55 nos mostra que no dia 3 de outubro 17 alunos (48,57%) concordam que o ar estava com pouca ventilação (parado), 9 (25,71%) acharam que o ar estava abafado, 8 (22,85%) disseram estar pesado e 1 aluno (2,87%) disse estar adequado. No dia 24 de outubro, 15 estudantes (68,18%) disseram que o ar estava adequado, 6 (27,27%) disseram que o ar estava parado ou com pouca ventilação e 1 aluno (4,55%) disse estar sentido o ambiente com o ar pesado. Já em 14 de novembro, 11 alunos (32,35%) deles disseram que o ar estava adequado, 10 alunos (29,41%) concordaram que o ar era parado ou com pouca ventilação, 8 (23,54%) disseram estar abafado e 5 (14,70%) com a sensação de pesado.

Figura 55 – Gráfico referente a qualidade do ar no momento da entrevista



Fonte: Adaptação de Sigma Jr (2020).

Assim como na questão anterior, constatou-se que os alunos perceberam melhoria na qualidade do ar com a inserção dos jardins verticais. No entanto, no momento da aplicação dos questionários, no dia 3 de outubro (sem a presença da parede viva) verificou-se aumento no número de estudantes que consideraram o ar pesado e uma diminuição aos que consideraram adequado na primeira hora do dia. O que pode estar relacionado a permanência nos alunos no ambiente e a falta de ventilação; e conseqüente, o aumento da concentração de poluentes.

Em relação ao dia 24 de outubro (presença da parede viva da espécie grama-amendoim) o número de alunos que consideraram a qualidade do ar adequada na primeira hora do dia mante-se, verificando-se que apenas um aluno considerou o ar pesado ao invés de parado no momento da aplicação do questionário.

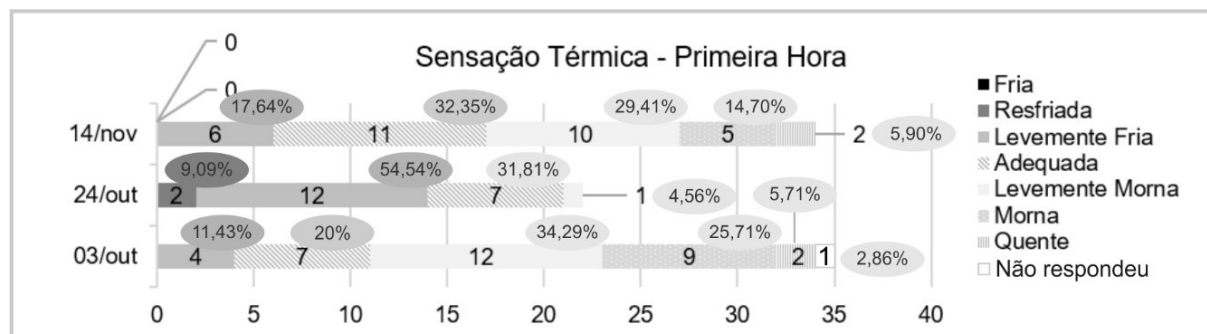
Já no dia 14 de novembro (na presença da parede viva da espécie clorofito) no momento da aplicação do questionário, observa-se que houve uma diminuição no número de alunos que consideraram o ar adequado e parado; bem como, um aumento no número de alunos que consideraram o ar pesado e abafado em relação a primeira hora do dia.

Desta forma, constata-se que no momento da aplicação dos questionários, nas três situações, os alunos consideraram piora na qualidade do ar. No entanto, como citado anteriormente, quando comparamos as três situações, conclui-se que há melhoria na percepção dos alunos quanto a qualidade do ar com a inserção dos jardins verticais, principalmente na situação da presença da parede viva da espécie grama-amendoim.

- *Questão 11: Como você descreveria a sensação térmica ao entrar neste local a primeira hora do dia?*

A partir da Figura 56, e analisando os dados coletados do dia 3 de outubro, 12 alunos (34,29%) concordam que a sensação térmica dentro da sala de aula na primeira hora do dia era levemente morna, enquanto 9 (25,71%) disseram estar morna, 7 (20%) concordaram em estar adequada, 4 (11,43%) disseram estar levemente fria, 2 (5,71%) disseram estar com a sensação de quente e um aluno não respondeu (2,86%). Já no dia 24 de outubro, dos 22 alunos presentes, 12 dos alunos (54,54%) acharam que a sensação térmica ao entrar na sala na primeira hora do dia era levemente fria, 7 (31,81%) acharam estar adequada, 2 (9,09%) acharam estar resfriada e 1(4,56%) aluno disse estar levemente morna. No dia 14 de novembro, 11 alunos (32,35%) concordaram que na primeira hora do dia a sensação térmica era adequada, 10 alunos (29,41%) disseram estar levemente morna, 6 (17,64%) acharam que estava levemente fria, 5 (14,70%) disseram estar morna e 2 (5,90%) alunos acharam estar com a sensação quente.

Figura 56 – Gráfico referente a sensação térmica na primeira hora do dia em sala de aula



Fonte: Sigma Jr (2020).

Ainda através da Figura 56, é possível observar que nas três situações, nenhum dos alunos descreve a sensação térmica na primeira hora como fria. Nos dias 3 de outubro e 14 de novembro nenhum aluno descreve como a sensação térmica como resfriada. No entanto, em 24 de outubro 2 alunos descreveram a sala desta forma. Já no dia 3 de outubro (sem a presença de jardins verticais), a maioria dos alunos considerou a sala levemente morna. No dia 24 de outubro (na presença da parede viva com a espécie grama-amendoim), a maioria dos alunos considerou a sala levemente fria. Já no dia 14 de novembro (na presença da parede viva da espécie clorofito), a maioria dos alunos considerou a sala com sensação térmica adequada.

Com auxílio da Tabela 1, pode-se observar que as temperaturas internas e externas as 7h nos dias de coleta de dados, apresentaram-se inferiores no dia 24 de outubro. Assim como no dia 14 de novembro, onde ambas se apresentaram entre 23°C e 26°C, o que é recomendado pela RE nº9 (ANVISA, 2003) como adequado, corroborando com a sensação térmica descrita pelos alunos.

Tabela 1 – Temperatura interna e externa as 7h

Data da aplicação	Temperatura interna as 7h	Temperatura externa as 7h	Varição	Sensação térmica descrita pela maioria dos alunos na primeira hora do dia
Parede Viva com Clorofito (14 de nov.)	23,8°C	22,6°C	1,2°C	Adequada
Parede Viva com grama-amendoim (24 de outubro)	16,6°C	14,8°C	1,8°C	Levemente fria
Sem Parede Viva (3 de outubro)	20,5°C	17,8°C	2,7°C	Levemente morna

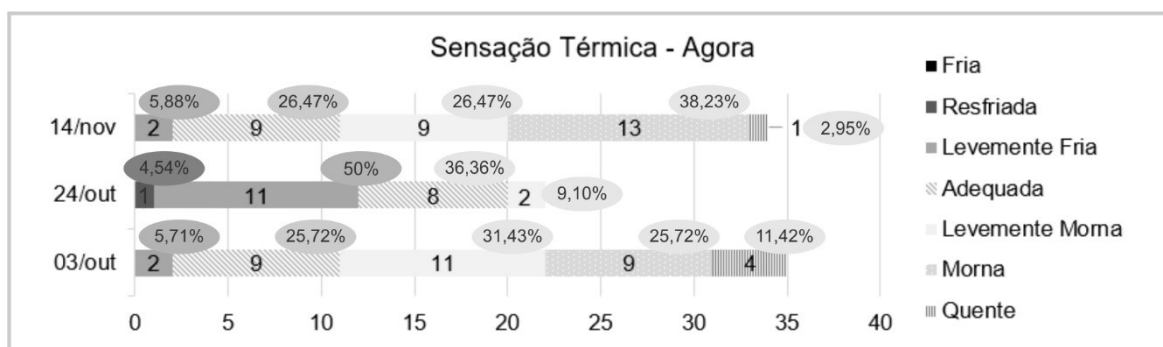
Fonte: Autora (2020).

Desta forma, não foi possível identificar o nível de interferência do uso de jardins verticais na sensação térmica na primeira hora do dia percebida pelos alunos. Porém, percebe-se uma variação maior de temperatura entre o ambiente interno e externo sem a presença de vegetação.

- *Questão 12: Como você descreveria a sensação térmica neste local, neste momento?*

Analisando a Figura 57, percebe-se maior semelhança entre os dados coletados nos dias 3 de outubro e 14 de novembro. No dia 3 de outubro, 11 alunos (31,43%) disseram que a sala estava com a sensação térmica levemente morna, 9 (25,72%) acharam estar morna, outros 9 (25,72%) acharam estar adequado, 4 (11,42%) disseram estar quente e 2 (5,71%) alunos acharam estar levemente fria. No dia 14 de novembro, 13 alunos (38,23%) acharam que a sensação térmica da sala de aula na hora da aplicação do questionário era morna, 9 (26,47%) disseram estar levemente morna, outros 9 (26,47%) assinalaram estar adequado, 2 (5,88%) alunos acharam que a sensação da sala era levemente fria e 1 aluno (2,95%) marcou estar quente.

Figura 57 – Gráfico referente a sensação térmica no momento da entrevista



Fonte: Sigma Jr (2020).

Com auxílio da Tabela 2, pode-se observar que as temperaturas interna e externa as 10h, apresentaram-se inferiores às do dia 3 de outubro no que no primeiro horário, quando foi considerada pela maioria dos usuários como “levemente morna”. No entanto, os usuários também descrevem a sensação térmica as 10h do mesmo dia como “levemente morna”. Já no dia 24 de outubro quando as temperaturas

estavam superiores ao dia 3 de outubro, os alunos descreveram a sensação térmica como levemente fria. Porém, no dia 24 de outubro percebe-se uma variação negativa entre as temperaturas internas e externas, o que significa que o ambiente interno estava com temperatura inferior ao externo, podendo justificar a sensação térmica percebida pelos alunos, já que em todas as outras medições não tivemos variações negativas.

Tabela 2 – Temperatura interna e externa as 10h

Data da aplicação	Temperatura interna as 10h	Temperatura externa as 10h	Variação	Sensação térmica descrita pela maioria dos alunos na aplicação dos questionários
Parede Viva com clorofito (14 de nov.)	25,7°C	25,2°C	0,5°C	Morna
Parede Viva com grama-amendoim (24 de outubro)	21,7°C	22°C	-0,3°C	Levemente fria
Sem Parede Viva (3 de outubro)	19,7°C	18,3°C	1,4°C	Levemente morna

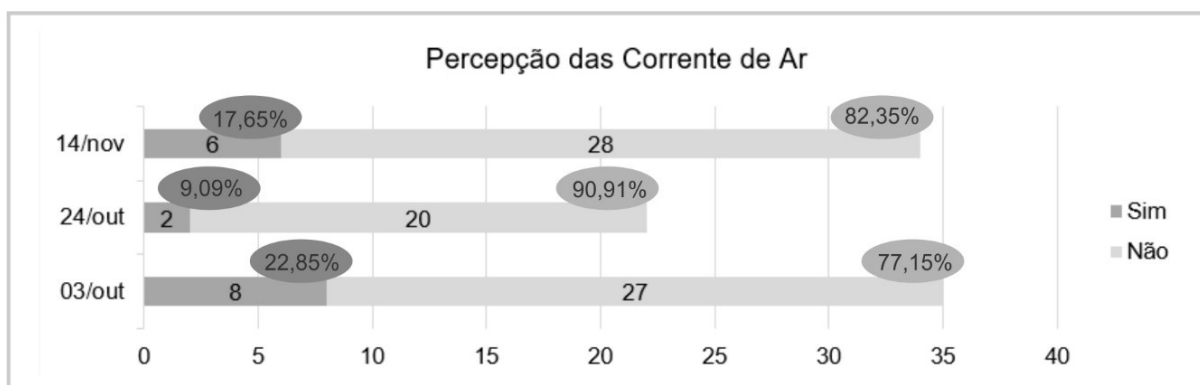
Fonte: Autora (2020).

Assim como na questão anterior, não foi possível identificar o nível de interferência do uso de jardins verticais na sensação térmica percebida pelos usuários as 10h. Da mesma forma, observou-se maior variação de temperatura entre o ambiente interno e externo sem a presença de vegetação.

- *Questão 13: Você fica frequentemente incomodado (a) neste local, com as correntes de ar?*

Através da Figura 58, observou-se que no dia 3 de outubro, 27 alunos (77,15%) não se incomodam com as correntes e 8 (22,85%) se incomodam. No dia 24 de outubro, 20 estudantes (90,91%) disseram não estarem incomodados com as correntes de ar que circulavam na sala de aula e 2 (9,09%) disseram estar. Já no dia 14 de novembro, 28 alunos (82,35%) não se sentiam incomodados e 6 (17,65%) se sentem incomodados.

Figura 58 – Gráfico sobre a percepção das correntes de ar



Fonte: Adaptação de Sigma Jr (2020).

Assim, constata-se que a maioria dos alunos não se sentem incomodados com as correntes de ar dentro da sala de aula, o que pode sugerir que a sala de aula possua pouca ventilação, já que como visto nas questões 9 e 10 (também apresentado na Tabela 3), a maioria dos alunos descreveu a qualidade do ar no dia 3 de outubro (sem parede viva) como parado (pouca ventilação), bem como na primeira hora do dia 14 de novembro (na presença da parede viva da espécie clorofito).

Tabela 3 – Percepção da qualidade do ar e correntes de ar

Data da aplicação	Descrição da Qualidade do Ar (primeira hora)	Descrição da Qualidade do Ar (durante aplicação do questionário)
Parede Viva com clorofito (14 de novembro)	Parado (pouca ventilação)	Adequado
Parede Viva com Grama-amendoim (24 de outubro)	Adequado	Adequado
Sem Parede Viva (3 de outubro)	Parado (pouca ventilação)	Parado (pouca ventilação)

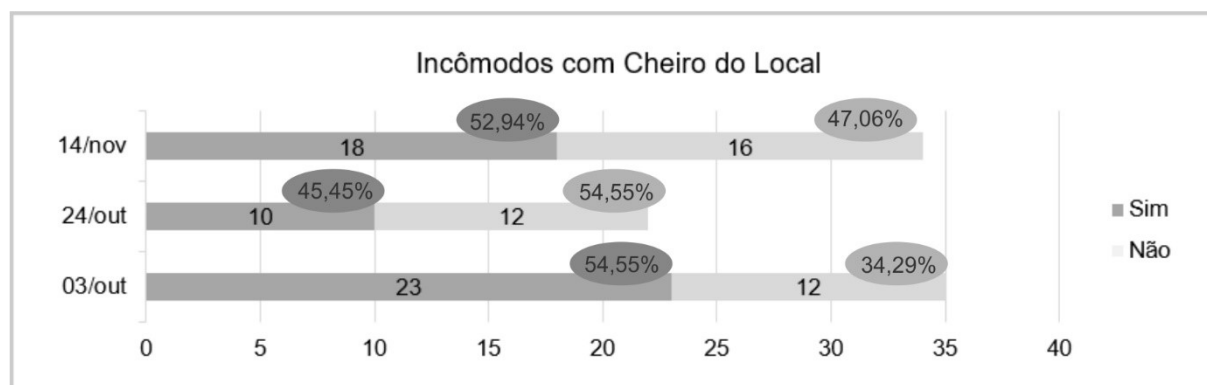
Fonte: Autora (2020).

No entanto, as questões relacionadas a ventilação não foram objeto desta pesquisa. Sendo assim, conclusões sobre a relação dessa variável e o uso de jardins verticais devem ser realizadas a partir de novos estudos.

- *Questão 14: Você fica frequentemente incomodado (a) neste local, com o cheiro/odor deste local?*

Analisando Figura 59, referente ao incômodo com algum tipo de cheiro dentro da sala de aula, pode-se observar que dos três dias em que houve a aplicação do questionário, a maioria dos alunos respondeu que “sim”, sentem desconforto em relação aos odores na sala de aula.

Figura 59 – Gráfico referente ao incômodo com cheiro



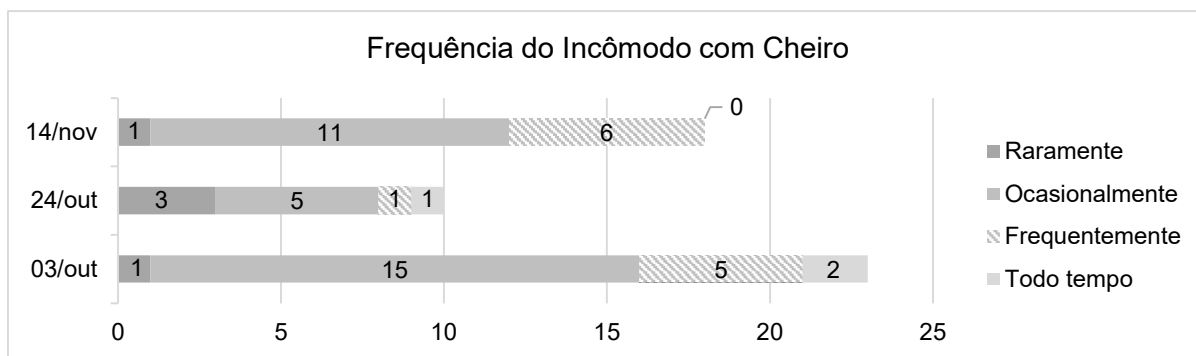
Fonte: Sigma Jr (2020).

Através dos dados apresentados conclui-se que houve melhora na percepção da qualidade do ar pelos estudantes na presença dos jardins verticais, visto que a porcentagem de alunos que informaram sentir-se incomodados frequentemente com odores foi relativamente maior na situação sem parede viva (dia 3 de outubro). Destaca-se ainda que no dia 24 de outubro, na presença do parede viva da espécie grama-amendoim foi a única situação onde a maioria dos alunos respondeu que não se sente incomodado com odores na sala de aula.

- **Questão 14a: Se sim, qual a frequência que você sente esse cheiro?**

De acordo com a Figura 60, a maioria dos alunos concorda que o incômodo ocorre “ocasionalmente” nas três situações. Porém, essa questão foi respondida apenas pelos alunos que haviam respondido que “sim”, na questão anterior (questão 14).

Figura 60 – Frequência de incômodo com cheiro



Fonte: Sigma Jr (2020).

Desta forma, verificou-se que essa questão não teve importância significativa nas análises relacionadas as variáveis ambientais, principalmente em relação a qualidade do ar no ambiente interno.

- *Questão 14b: Se sim, qual (ais) dos tipos abaixo descreve esse (s) cheiro (os)?*

Analisando a Tabela 4, observa-se que nas três situações o cheiro que mais incomodou os alunos no ambiente interno da sala de aula foi “odores humanos”. No dia 3 de outubro, os odores humanos foram assinalados 20 vezes, no dia 24 de outubro foram 5 assinalações e no dia 14 de novembro obteve-se 16 marcações.

Tabela 4 – Tipos de cheiros que geram incômodos

Odores	Data do questionário		
	03/10	24/10	14/11
Cigarro	8	4	4
Queimado	1	1	2
Fumaça de carro	1	-	-
Mofo	8	3	5
Produtos químicos	1	-	-
Algun solvente	-	-	-
Esgoto	1	-	1
Cheiro de óleo	-	-	-
Odores humanos	20	5	16
Tinta	1	1	-
Cimento	1	-	-
Ar condicionado	2	1	1
Total Geral	44	15	29

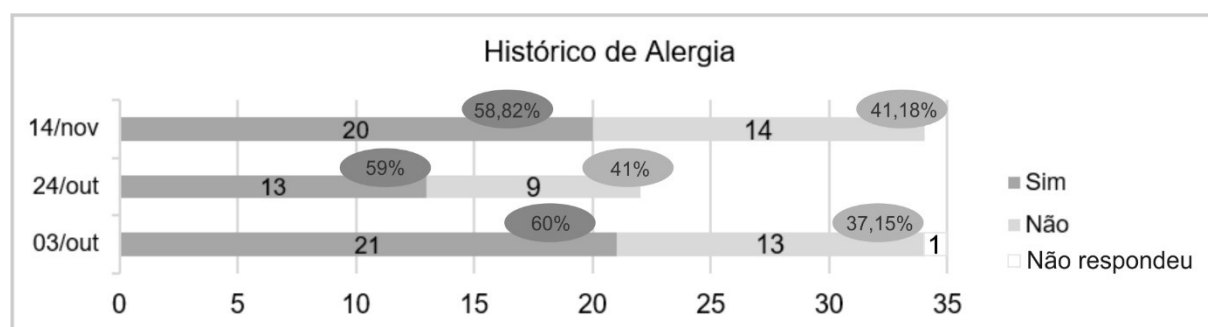
Fonte: Sigma Jr (2020).

Observa-se ainda que nas três situações, entre os três cheios que mais causam incômodo estão o mofo e o cigarro. No entanto, no dia 3 de outubro, sem a presença de vegetação ambos tiveram o mesmo número de apontamentos. No dia 24 de outubro, com parede viva da espécie grama-amendoim, o cigarro foi mais assinalado do que o mofo. Já no dia 14 de novembro, com parede viva da espécie clorofito, o mofo foi mais assinalado que o cigarro. Porém, como essa questão foi respondida apenas pelos alunos que haviam respondido que “sim”, na questão anterior (questão 14), tratando-se de uma questão livre, onde os alunos poderiam marcar quantas alternativas quisessem, conclui-se que, assim como a questão 14a, essa questão não apresentou indícios significativos nas análises desta pesquisa.

- **Questão 15: Você tem história de alergias?**

Analisando a Figura 61, pode-se notar que nos três dias de aplicação de questionário, a maioria dos alunos possui histórico de alergias. No dia 3 de outubro, 21 alunos (60%) responderam que “sim”, referindo-se a possuir um histórico de alergias, enquanto 13 alunos (37,15%) disseram “não” ter e um dos alunos não respondeu ao questionário. Em 24 de outubro, 13 alunos (59%) disseram possuir histórico de alergia e 9 (41%) disseram não possuir. Já no dia 14 de novembro, 20 estudantes (58,82%) afirmaram que possuíam histórico de alergia e 14 (41,18%) responderam que não possuíam.

Figura 61 – Gráfico referente ao histórico de alergia



Fonte: Adaptação de Sigma Jr (2020).

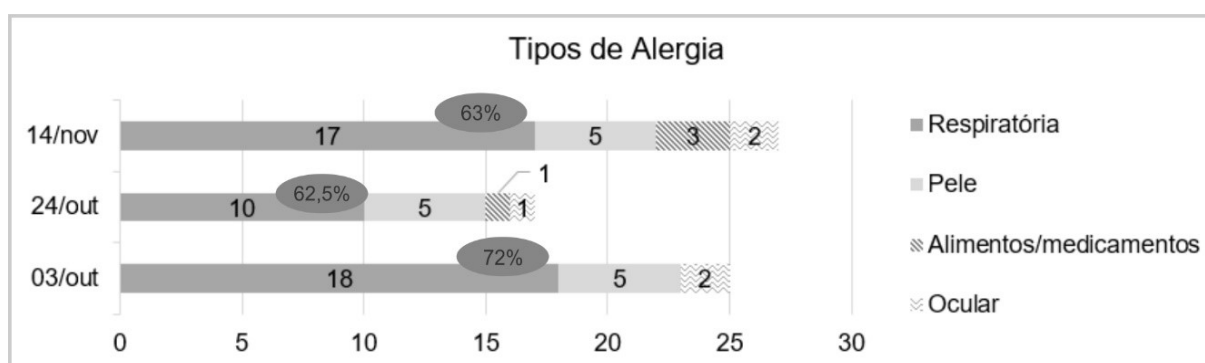
Assim, observa-se que os valores de porcentagem de respostas quanto a possuírem ou não histórico de alergias mantiveram-se semelhantes nas três

situações: sem parede viva, no dia 3 de outubro (60% e 37,15%), com parede viva da espécie grama-amendoim no 24 de outubro (59% e 41%) e no dia 14 de novembro com parede viva da espécie clorofito (58,82% e 41,18%).

- **Questão 15a: Se sim, o tipo da alergia é:**

Ao observarmos a Figura 62, nota-se que dos três dias de coleta de dados a maioria dos alunos possui problemas com alergias “respiratórias”.

Figura 62 – Gráfico referente aos tipos de alergia



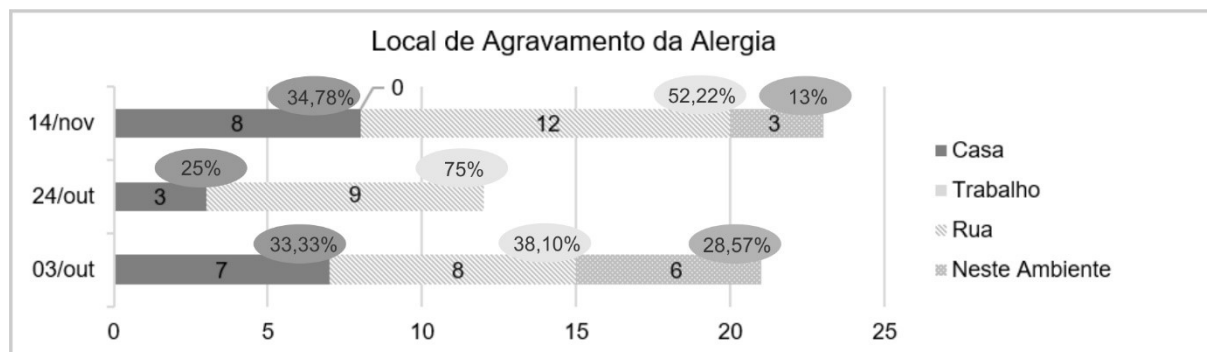
Fonte: Sigma Jr (2020).

No entanto, percebe-se que na presença da vegetação há uma diminuição na porcentagem de alunos que responderam possuir alergia do tipo respiratória. Essa questão foi respondida apenas pelos alunos que haviam respondido que “sim”, na questão anterior (questão 15). Sendo que alguns alunos marcaram mais de uma das quatro opções.

- **Questão 15b: Se sim, onde sua alergia piora?**

Assim como a questão anterior, essa questão foi respondida apenas pelos alunos que haviam respondido que “sim” na questão 15. Ao observarmos a Figura 63, percebe-se que os locais onde mais agravam-se as alergias dos alunos é “rua”, seguido do ambiente “casa”.

Figura 63 – Gráfico sobre os locais de agravamento da alergia



Fonte: Adaptação de Sigma Jr (2020).

Quando analisamos as respostas dos alunos relacionando apenas ao local de sala de aula, observa-se que no dia 3 de outubro (sem a presença da parede viva) 6 dos alunos (28,57%) disseram que tem sua alergia agravada no local de sala de aula. Já no dia 24 de outubro, na presença da parede viva da espécie grama-amendoim, nenhum aluno relatou esse agravamento na sala de aula. No entanto, no dia 14 de novembro (com parede viva da espécie clorofito), 3 estudantes (13%) responderam que tem agravamento de sua alergia na sala de aula.

Desta forma, identificou-se que a inserção dos jardins verticais, na percepção dos alunos, contribuiu no não agravamento dos sintomas de alergia no ambiente de sala de aula, tendo melhores resultados com a inserção da parede viva da espécie grama-amendoim.

No entanto, quanto às alergias, não foi possível estabelecer uma relação entre os parâmetros físicos e a percepção dos alunos, pois não foram realizados testes de análise de bioaerosol (suspensão de microorganismos) e de concentração de aerodispersóides (partículas sólidas e/ou líquidas) nesta pesquisa.

- *Questão 16: Qual (ais) dos seguintes itens abaixo que você sofre e que você acha que pode estar relacionado a sala de aula?*

Observando a Tabela 5, pode-se notar que nos três dias em que houve a aplicação do questionário, mais da metade dos alunos concordou que o “cansaço” é o sintoma mais citado quando relacionado ao ambiente de sala de aula. Outros problemas, também foram assinalados, respectivamente em maior número: “espirros” e “dor de cabeça”.

Tabela 5 – Sintomas relacionados a sala de aula

Sintomas	Data do questionário		
	03/10	24/10	14/11
Nenhum	2	2	3
Secura nos olhos	2	3	4
Náusea	-	1	1
Dor de garganta	2	1	2
Coceira nos olhos	14	5	8
Cansaço	18	10	19
Espirros	17	3	14
Coriza	7	3	6
Asma	2	1	1
Tosse	4	1	4
Fraqueza	1	1	2
Lacrimando	5	2	5
Nariz entupido	14	3	8
Tontura	1	2	4
Irritação da pele	0	1	1
Dificuldade de respirar	10	2	5
Problemas no estômago	2	-	1
Visão embaçada	1	-	1
Garganta seca	7	3	-
Dor de cabeça	15	5	12
Total Geral	125	54	104

Fonte: Sigma Jr (2020).

Com o auxílio da Tabela 6, podemos observar os sintomas mais assinalados, relacionando-os com a presença ou não de jardins verticais no ambiente de sala de aula.

Tabela 6 – Sintomas mais assinalados na Questão 16

Data da aplicação	Sintomas		
	Cansaço	Espirros	Dor de Cabeça
Parede Viva com clorofito (14 de novembro)	18,27%	13,46%	14,57%
Parede Viva com grama-amendoim (24 de outubro)	18,51%	5,55%	9,25%
Sem Parede Viva (3 de outubro)	14,4%	13,6%	12%

Fonte: Autora (2020).

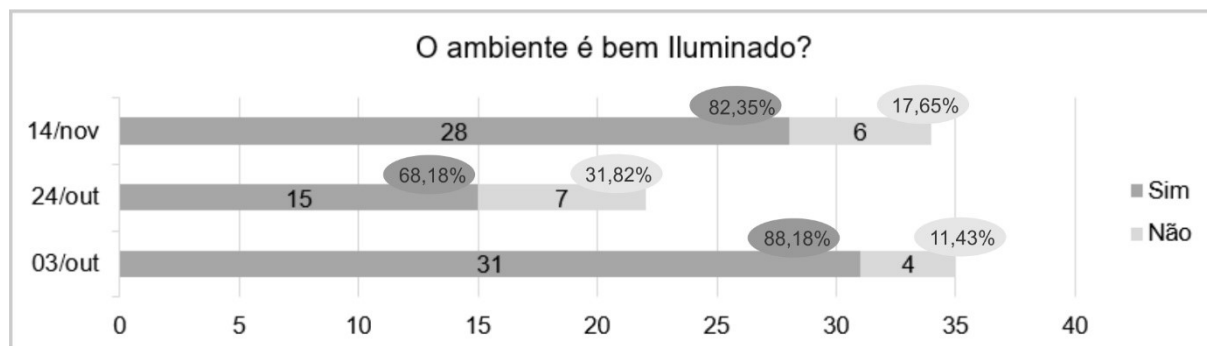
Verificou-se que nas três situações o sintoma mais assinalado foi “cansaço”. Em relação ao sintoma “espirros” houve uma diminuição na porcentagem de marcações, com a inserção dos jardins verticais, o que corrobora com o resultado observado na questão 15a. Quanto ao sintoma “dor de cabeça”, houve aumento de

marcações quando na presença da parede viva da espécie clorofito e diminuição na presença da parede viva da espécie grama-amendoim. No entanto, não foi possível identificar quais sintomas estariam relacionados a presença dos jardins verticais. Porém, há um indicativo que na presença da vegetação houve uma diminuição nas alergias respiratórias, visto que os “espirros” tiveram maior porcentagem sem a presença dos jardins verticais, sendo ainda mais evidente esta diferença na presença da parede viva da espécie grama-amendoim.

- **Questão 17: Você considera esse local bem iluminado?**

De acordo com Figura 64, pode-se notar que a maioria dos alunos concorda em o ambiente é bem iluminado. Observando os dados do dia 3 de outubro, 31 alunos (88,18%) disseram que “sim” e 4 (11,43%) disseram que “não” consideram a sala bem iluminada. No dia 24 de outubro, 15 alunos (68,18%) assinalaram que “sim” e 7 alunos (31,82%) que “não”. Já no dia 14 de novembro, 28 alunos (82,35%) disseram que o ambiente era bem iluminado e 6 (17,65%) assinalaram que não consideram o ambiente bem iluminado.

Figura 64 – Gráfico sobre a percepção de iluminação do ambiente



Fonte: Adaptação de Sigma Jr (2020).

Dessa forma, verificou-se que nas três situações os alunos consideram o ambiente de aula de aula bem iluminado, sendo que se percebe uma alteração negativa quanto a iluminação com a inserção dos jardins verticais, sendo esta alteração ainda mais significativa no dia 24 de outubro, na situação com parede viva da espécie grama-amendoim. Na figura 65, são apresentadas imagens da sala de aula nas três situações.

Figura 65 – Sala de aula: (a) sem parede viva; (b) parede viva da espécie grama-amendoim; (c) parede viva da espécie clorofito



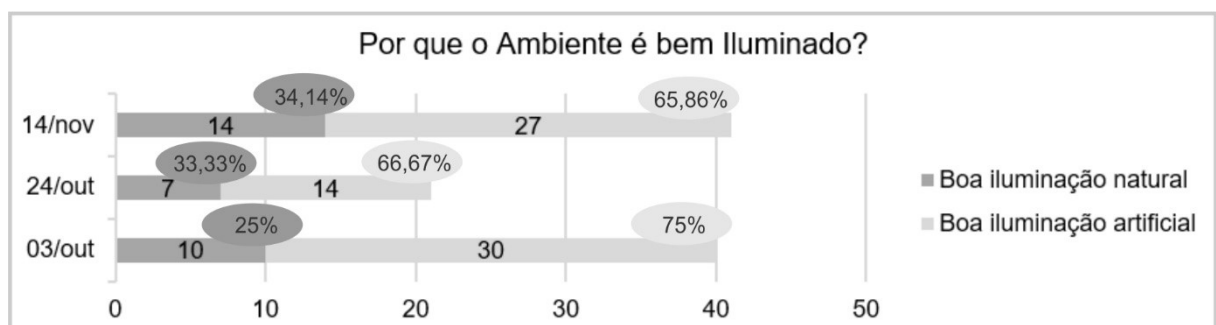
Fonte: Autora (2019).

Assim, podemos relacionar estes resultados a alteração de cores sofrida pelo ambiente. Visto que a espécie grama-amendoim possui folhas da cor verde escuro e a espécie clorofito folhas de cor verde claro.

- *Questão 17a: Se sim, por que?*

A partir da Figura 66, pode-se observar que o motivo pelo ambiente ser considerado bem iluminado de acordo com os alunos é devido a “boa iluminação artificial”.

Figura 66 – Gráfico referente ao por que o ambiente é bem iluminado



Fonte: Adaptação de Sigma Jr (2020).

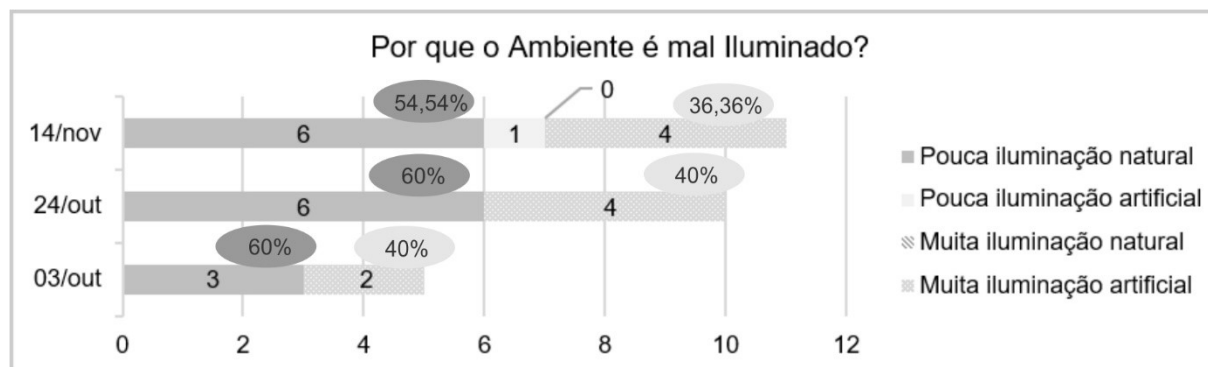
Quando analisamos os dados coletados no dia 14 de novembro, 27 alunos disseram que a boa iluminação artificial era o motivo e 14 disseram que a boa iluminação natural era o motivo de o local ser bem iluminado. Assim, a maioria dos

alunos que assinalaram que a sala era bem iluminada relacionam essa condição a iluminação artificial. No entanto, percebe-se que com a inserção dos jardins verticais há um aumento nas marcações do motivo “boa iluminação natural”. Essa questão foi respondida apenas pelos alunos que haviam respondido que “sim”, na questão anterior (questão 17). O número de marcações era livre, então o mesmo aluno pode ter assinalado mais de um motivo.

- *Questão 17b: Se não, por que?*

Observando os dados da Figura 67, no dia 14 de novembro, 6 alunos (54,54%) disseram que havia “pouca iluminação natural”, 4 alunos (36,36%) disseram que havia “muita iluminação artificial” e 1 aluno disse que havia “pouca iluminação artificial”. Desta forma, identificou-se que entre os alunos que não consideraram a sala bem iluminada, a maioria dos alunos relaciona a má iluminação a pouca iluminação natural nas três situações.

Figura 67 – Gráfico referente ao por que o ambiente ser mal iluminado



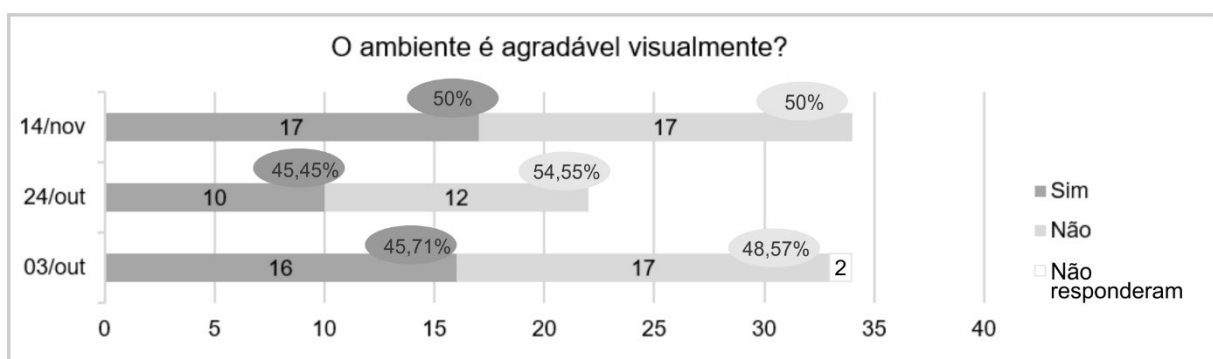
Fonte: Adaptação de Sigma Jr (2020).

Quanto a iluminação, de modo geral, conclui-se que nas três situações os alunos consideram a sala bem iluminada, principalmente em razão da boa iluminação artificial. Essa questão foi respondida apenas pelos alunos que haviam respondido que “não”, na questão anterior (questão 17). O número de marcações era livre, assim o mesmo aluno pode ter assinalado mais de um motivo.

- *Questão 18: Você considera este local agradável visualmente?*

A partir da Figura 68, pode-se observar que quando questionados sobre o ambiente ser agradável visualmente, aproximadamente 50% da turma disse que “sim” e 50% disse que “não” nas três situações. No dia 3 de outubro, 16 (45,71%) alunos disseram que “sim” e 17 (48,57%) disseram que “não” e 2 não responderam. No dia 24 de outubro, 10 alunos (45,45%) assinalaram que “sim” e 12 (54,55%) que “não”. Já em 14 de novembro, 17 estudantes (50%) disseram que “sim” e 17 (50%) disseram que “não”, quando se tratava do ambiente visual da sala de aula.

Figura 68 – Gráfico referente ao ambiente ser agradável visualmente ou não



Fonte: Adaptação de Sigma Jr (2020).

Assim, percebe-se que houve pouca variação da percepção dos alunos quanto ao conforto visual entre as três situações. No entanto, quando na presença dos jardins verticais observa-se pequena melhora nesse quesito, principalmente na presença da parede viva da espécie clorofito.

- *Questão 18a: Se sim, por que?*

Através da análise da Tabela 7, podemos observar que “iluminação adequada” foi o motivo mais marcado pelos alunos, com 12 marcações no dia 3 de outubro, 7 marcações no dia 24 de outubro e 15 marcações no dia 14 de novembro. Na sequência, os motivos mais assinalados foram, respectivamente, “cores das paredes adequadas” e “boa visibilidade do quadro/projeção”.

Tabela 7 – Por que o ambiente é agradável visualmente?

Motivo	Data do questionário		
	03/10	24/10	14/11
Organizado	8	7	11
Limpo	9	3	9
Cores das paredes adequadas	12	7	11
Mobiliários adequados	6	4	11
Cores dos mobiliários adequadas	3	2	5
Boa visibilidade do quadro/projeção	11	5	13
Iluminação adequada	12	7	15
Disposição adequada do mobiliário	3	3	7
Objetos expostos na parede adequados	1	5	6
Total Geral	65	43	88

Fonte: Sigma Jr (2020).

Porém, quando analisamos a questão quanto a inserção dos jardins verticais, observa-se que no dia 3 de outubro (sem parede viva) os motivos mais citados para a sala ser considerada agradável visualmente são as cores das paredes e a iluminação adequada. Já no dia 24 de outubro, além dos motivos citados, os alunos também atribuem ao conforto visual a organização do ambiente. Já no dia 14 de novembro, o motivo mais assinalado é a “iluminação adequada”. Desta forma, não foi possível verificar a relação entre os motivos do ambiente ser considerado como agradável e a presença dos jardins verticais.

Essa questão foi respondida apenas pelos alunos que haviam respondido que “sim”, na questão anterior (questão 18). O número de marcações era livre, desta forma o mesmo aluno pode ter assinalado mais de um motivo.

- *Questão 18b: Se não, por que?*

Semelhante a questão anterior, podemos observar na Tabela 8 que entre os alunos que não consideram a sala de aula agradável visualmente, o maior número de marcações foi “bagunçado” nas três situações. Sendo que dia 3 de outubro foram 10 marcações, no dia 24 de outubro foram 7 e no dia 14 de novembro 13 assinalações.

Tabela 8 – Por que o ambiente não é agradável visualmente?

(continua)

Motivos	Data do questionário		
	03/10	24/10	14/11
Bagunçado	10	7	13
Sujo	8	4	2
Cores das paredes inadequadas	8	5	10

Motivos	(conclusão)		
	Data do questionário		
	03/10	24/10	14/11
Mobiliários inadequados	2	2	-
Cores dos mobiliários inadequadas	3	3	5
Pouca visibilidade do quadro/projeção	4	3	5
Iluminação inadequada	4	5	6
Disposição inadequada do mobiliário	2	4	5
Objetos expostos na parede inadequados	2	2	2
Total Geral	43	35	48

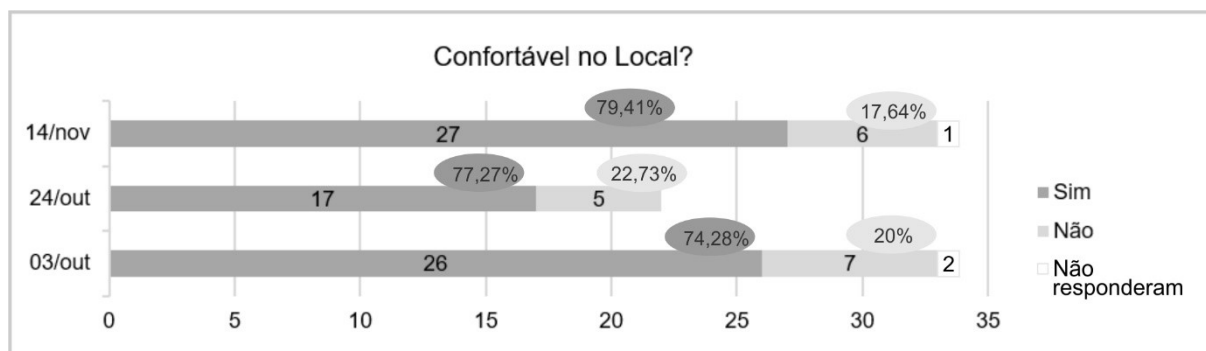
Fonte: Sigma Jr (2020).

No entanto, assim como na questão anterior (questão 18a), não foi possível verificar a relação entre os motivos do ambiente ser considerado como não agradável e a presença dos jardins verticais. Essa questão foi respondida apenas pelos alunos que haviam respondido que “não”, na questão 18. O número de marcações era livre, então o mesmo aluno pode ter assinalado mais de um motivo.

- *Questão 19: De modo geral, você se sente confortável neste local?*

Diante da Figura 69, pode-se perceber que nas três datas em que o questionário foi aplicado, a maioria dos alunos concordou que se sente confortável no ambiente de sala de aula.

Figura 69 – Gráfico referente a sentir-se confortável dentro da sala de aula



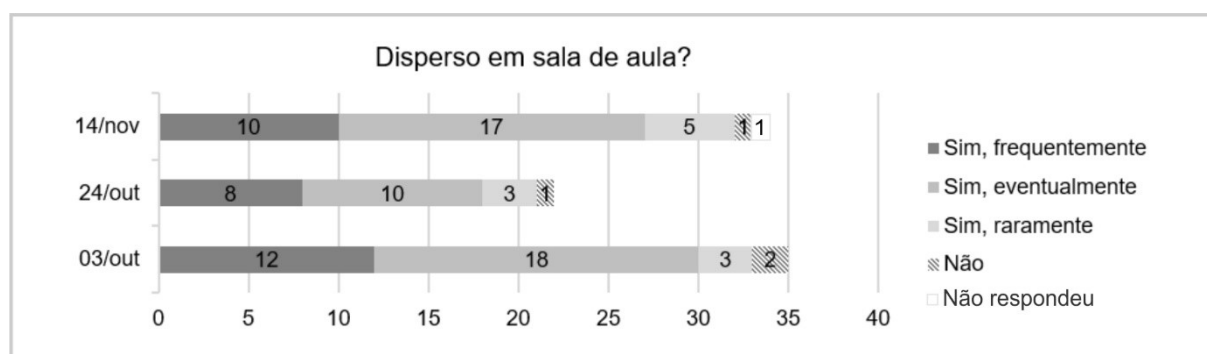
Fonte: Adaptação de Sigma Jr (2020).

Quando analisamos as três situações, observa-se um pequeno aumento na porcentagem de alunos que se sente confortável na sala de aula com a inserção dos jardins verticais. Essa diferença fica ainda mais visível no dia 14 de novembro, na presença da parede viva da espécie clorofito.

• **Questão 20: Você sente-se disperso em sala de aula?**

Observando a Figura 70, perceber-se que nas três situações, houve um grande número de alunos que afirmou sentir-se eventualmente disperso na sala de aula. Sendo, no dia 3 de outubro, 33 alunos disseram ficar dispersos e 2 dois não. No dia 24 de outubro, 21 alunos disseram se sentir dispersos enquanto apenas 1 aluno disse não se sentir disperso no local. Em 14 de novembro, 32 estudantes concordam que se sentem dispersos, apenas 1 aluno afirmou não se sente disperso e 1 aluno não respondeu à questão.

Figura 70 – Gráfico referente a dispersão dos alunos em sala de aula



Fonte: Adaptação de Sigma Jr (2020).

Assim, conforme Tabela 9, onde é apresentado um resumo com as porcentagens dos alunos que se sentem dispersos e não se sentem dispersos, podemos observar que nas três situações as porcentagens são semelhantes. Porém, o número de alunos que se sentiram dispersos na sala de aula sem a parede viva é maior (dois alunos, 5,73%).

Tabela 9 – Dispersão dos alunos em sala de aula

Data da aplicação	Sente-se disperso	
	Sim	Não
Parede Viva com clorofito (14 de novembro)	94,11%	2,34%
Parede Viva com grama-amendoim (24 de outubro)	95,44%	4,56%
Sem Parede Viva (3 de outubro)	94,27%	5,73%

Fonte: Autora (2020).

Desta forma, sugere-se que a inserção dos jardins verticais pode ter contribuído para melhora da dispersão em sala de aula.

- *Questão 20a: Se sim, com o que?*

Analisando Tabela 10, um dos principais motivos que deixa os alunos dispersos é o “barulho externo”. No dia 3 de outubro, dos 110 dados coletados, “barulho externo” teve 31 assinalações; em 24 de outubro dos 63 dados coletados foram 16 marcações; e no dia 14 de novembro, dos 99 dados coletados, “barulhos externos” teve 24 marcações. Logo em seguida, observa-se barulhos internos (conversas e/ou equipamentos), com 24, 16 e 24 assinalações nos dias 3 e 24 de outubro e 14 de novembro, respectivamente.

Tabela 10 – Motivos da dispersão em sala de aula

Motivos	Data do questionário		
	03/10	24/10	14/11
Sensação térmica inadequada	23	3	9
Odores externos	7	3	6
Odores internos	10	5	10
Barulho externo	31	16	24
Janelas	3	5	7
Barulho interno	24	16	24
Aparelhos eletrônicos	11	11	19
Objetos expostos nas paredes	1	4	-
Total Geral	110	63	99

Fonte: Sigma Jr (2020).

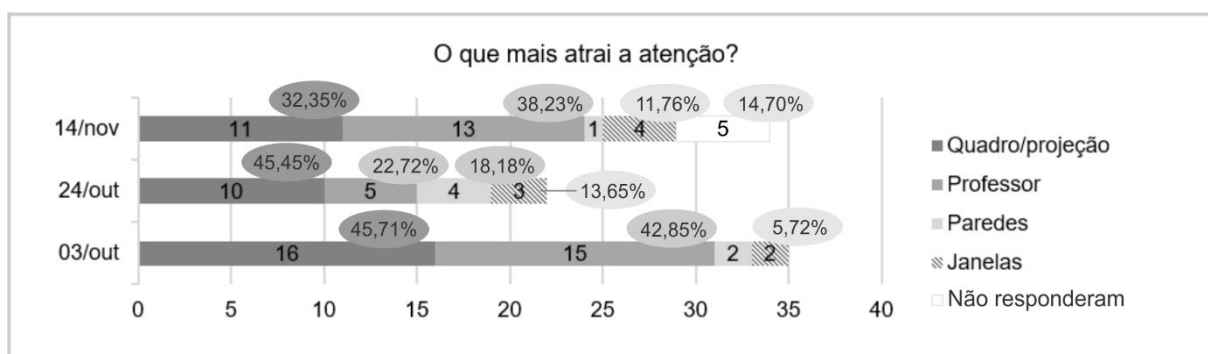
Assim, verificou-se que nas três situações o motivo apontado para dispersão é o “barulho externo”. Sendo que nas situações com jardins verticais o barulho interno também foi apontado como principal motivo. O que sugere que os jardins verticais poderiam afetar de forma negativa a acústica da sala. No entanto, outros fatores também poderiam interferir nesta questão. Desta forma, é necessário que seja realizado um estudo mais aprofundado sobre os motivos de dispersão na sala de aula e se de fato os jardins podem alterar a acústica da sala a ponto de promoverem a dispersão dos alunos. Visto que, o estudo realizado por Davis *et al.* (2017) demonstra que o uso de jardins verticais é adequado para locais onde o som precisa ser atenuado.

Essa questão foi respondida apenas pelos alunos que haviam respondido que “sim”, na questão anterior. Era uma questão livre, então os alunos podiam assinalar quantos motivos concordassem.

- **Questão 21: O que mais atrai sua atenção visualmente no ambiente?**

Através da Figura 71, percebe-se que a maioria dos alunos concordam que o “quadro/projeção” e o “professor” atraem grande parte da sua atenção.

Figura 71 – Gráfico referente ao o que mais atrai atenção em sala de aula



Fonte: Adaptação de Sigma Jr (2020).

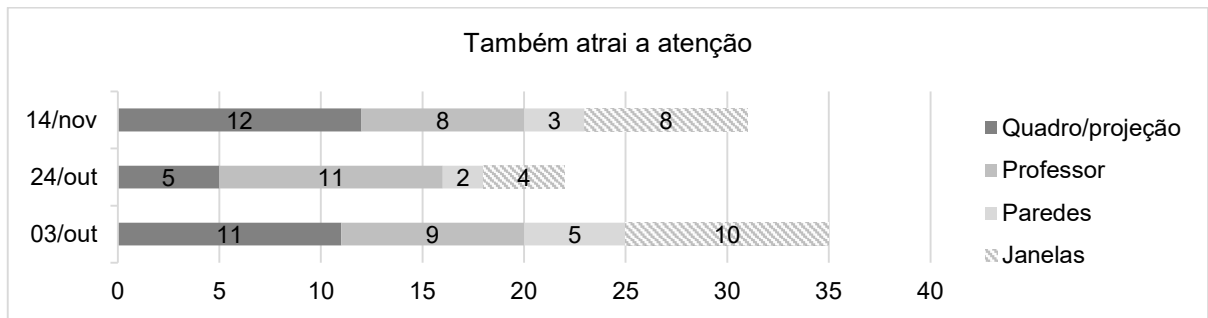
No entanto, no dia 24 de outubro, com a inserção da parede viva da espécie grama-amendoim, houve um aumento do número de alunos que considerou que as paredes também atraem a atenção; o mesmo não é percebido na inserção da parede viva da espécie clorofito. Porém esta questão, devido a sua forma de abordagem, não é conclusiva quanto a percepção visual dos alunos quando relacionamos a inserção dos jardins verticais e atenção, visto que a inserção do primeiro jardim pode ter influenciado os resultados, já que ainda não haviam vivenciado essa experiência anteriormente.

- **Questão 22: Além do citado acima o que também atrai sua atenção visualmente na sala de aula?**

Observando a Figura 72, perceber-se que ao analisarmos os três dias de aplicação de questionário de uma forma geral, “quadro/projeção” e “professor” possui o mesmo número de assinalações, sendo os dois motivos que mais atraem a atenção

dos alunos dentro da sala de aula. Logo em seguida, temos a “janela” com terceiro maior número de marcações.

Figura 72 – Gráfico referente ao o que também atrai atenção em sala de aula



Fonte: Sigma Jr (2020).

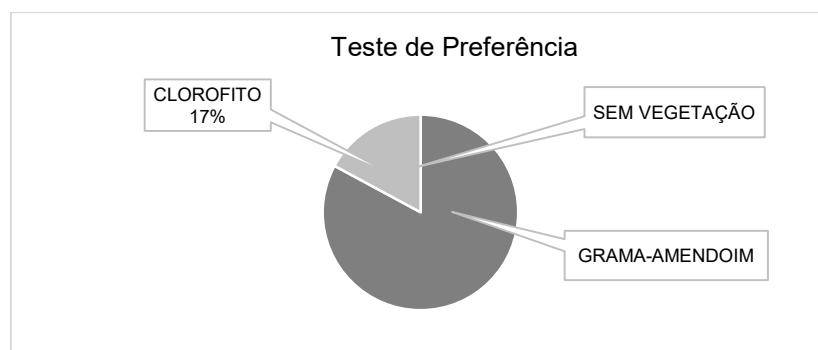
Esta questão teve como objetivo avaliar qual o outro fator além da primeira opção também atrai a atenção dos alunos, no entanto esta questão não apresentou grande significância para este estudo.

5.2 TESTE DE PREFERÊNCIA

Após aplicação do teste de preferência aos alunos, os dados foram transcritos para um arquivo de formato Planilha Excel. O teste de preferência foi realizado no dia 26 de novembro de 2019.

Foi perguntado aos alunos: “Entre as imagens apresentadas a seguir qual representa sua preferência em relação ao ambiente escolar?”, a partir dos obtidos foi gerado um gráfico (Figura 73).

Figura 73 – Gráfico com resultado do teste de preferência



Fonte: Autora (2020).

O número de alunos presentes em sala de aula era de 35, destes nenhum preferiu a sala sem vegetação, 29 alunos (83%) preferiram a sala de aula com parede viva de grama-amendoim e 6 alunos (17%) a sala de aula com jardim-vertical da espécie clorofito.

Como podemos notar na Tabela 11, não houveram participantes do estudo que preferiram a sala sem vegetação, e a grande maioria, 83%, preferiu a sala com grama-amendoim. Desta forma, identificou-se que existe preferência por uma sala de aula com vegetação.

Tabela 11 – Teste de preferência

Situação	Frequência absoluta	Frequência relativa
Sem vegetação	0	0%
Grama-amendoim	29	83%
Clorofito	6	17%
Total	35	100%

Fonte: Banco de dados da autora e Sigma Jr (2020).

Em relação ao resultado do teste de percepção, ao compararmos os alunos que gostam de plantas e a evolução na melhora da avaliação com a preferência pela presença de jardins verticais, não se observou melhora na avaliação dos alunos no quadro geral, inclusive é notório uma pequena piora na presença da parede viva com grama-amendoim (preferido pelos alunos). Entre os alunos que gostavam de plantas, no primeiro e terceiro dia obtivemos cerca de metade de avaliações positivas e a outra metade negativa sobre o visual da sala, no segundo obtivemos uma leve queda, em torno de 60% dos que gostavam de plantas e não acharam a sala visualmente bonita e os outros 40% sim.

Outro fato interessante foi que um aluno que não gostava de plantas avaliou a sala negativamente no primeiro dia (quando não haviam plantas) sendo que nos demais dias não houveram avaliações negativas da sala entre os que não gostavam de plantas. Porém como houve apenas esta situação, onde um usuário não gostava de plantas e também não considerou a sala agradável visualmente, não foi possível obter uma conclusão sobre esta situação específica. Na Tabela 12 são apresentados os valores em relação ao gosto por plantas e a satisfação visual em relação a sala de aula.

Tabela 12 – Percepção dos alunos: gosto por plantas e satisfação visual

Percepção	Agradável visualmente						
		Não			Sim		
		03/10	24/10	14/11	03/10	24/10	14/11
Gosta de plantas	Sim	16	12	17	15	9	16
	Não	1	0	0	1	1	1

Fonte: Banco de dados da autora e Sigma Jr (2020).

Da mesma forma, para comparar o gosto por plantas e a sensação de conforto com a preferência da sala com a inserção dos jardins verticais, elaborou-se a Tabela 13. Na tentativa de notar melhoras na avaliação quanto a satisfação visual dos usuários após a instalação dos jardins verticais, observa-se uma média semelhante em todos os dias (aproximadamente 80% dos alunos que gostam de plantas sentem-se confortáveis, mesmo no primeiro dia não havendo vegetação na sala. Entre os alunos que não gostavam de plantas, novamente um número reduzido nos três dias, notamos que todos se sentem confortáveis na sala mesmo sem os jardins verticais.

Tabela 13 – Percepção dos alunos: gosto por plantas e conforto

Percepção	Sente-se confortável						
		Não			Sim		
		03/10	24/10	14/11	03/10	24/10	14/11
Gosta de plantas	Sim	7	5	6	24	16	26
	Não	0	0	0	2	1	1

Fonte: Sigma Jr (2020).

Assim, identificou-se que o gosto por plantas não interferiu na preferência pelas situações com a inserção dos jardins verticais.

Quanto à preferência dos usuários pela espécie grama-amendoim, destaca-se que este fato pode estar relacionado as características morfológicas da espécie (plantas verdes, com floração pequena e levemente perfumada), como comprovam os estudos de Quin *et al.* (2014) e Niewenhuis *et al.* (2014).

5.3 PARÂMETROS QUÍMICO E FÍSICOS

Neste item são apresentados e analisados os parâmetros físicos levantados durante a coleta de dados. Foram realizadas análise de correção para cada dia de coleta de dados, bem como análises comparativas entre os parâmetros físicos

levantados nas três situações, bem como em relação a Resolução nº 9 (ANVISA, 2003), onde foi utilizada a média diária dos mesmos.

5.3.1 Apresentação dos Dados

Os dados anotados manualmente foram transcritos para arquivos de formato Planilha Excel. Nestas planilhas, foram geradas tabelas dinâmicas as quais permitem a inclusão de filtros e agrupamento de dados similares para realizar as análises de correlação, tendo como resultados gráficos e tabelas para comparação de cada parâmetro físico (concentração de CO₂, temperatura e umidade relativa), nas três situações de coleta: sem parede viva, com parede viva da espécie grama-amendoim e com parede viva da espécie clorofito. Inicialmente, havia a intenção de usar o ar-condicionado na mesma temperatura para as três situações. No entanto, em função do corte de verbas o Colégio Politécnico adotou algumas medidas para contenção de gastos, entre elas o não uso deste equipamento. Desta forma, não houve o uso do ar-condicionado durante os dias de medições nas três situações.

5.3.1.1 Sem Vegetação (3 de outubro)

No Quadro 6 são apresentados os dados coletados no dia 3 de outubro, antes da inserção da parede viva. O quadro é composto por seis colunas: horário da coleta, número de ocupantes presentes no momento da coleta, concentração de dióxido de carbono (CO₂), temperatura ambiente, umidade relativa do ar e uma coluna para observações. A coleta foi realizada a cada 10 minutos, sendo assim, os horários das coletas foram pré-definidos, desde as 7:00 horas até as 12:30. Ao final do quadro também são apresentados os valores médios dos parâmetros medidos no dia de coleta, bem como os valores dos parâmetros medidos no ambiente externo no dia 3 de outubro.

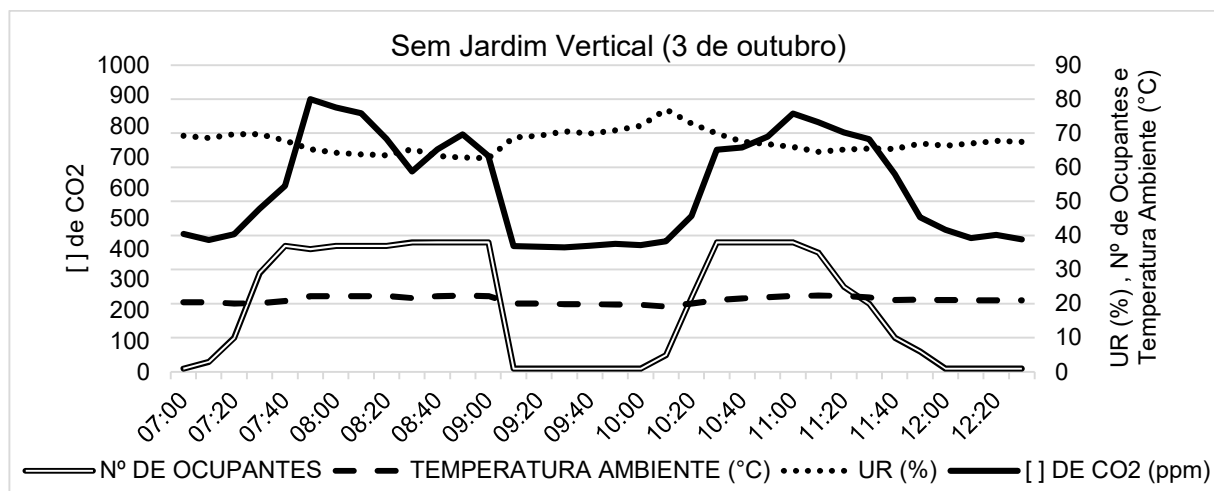
Quadro 6 – Dados coletados no dia 3 de outubro

Local: Colégio Politécnico da UFSM, Bloco D, Sala D2 Data: 3/10/2019 Quinta-feira					
AMBIENTE INTERNO					
HORÁRIO	Nº DE OCUPANTES	[] DE CO ₂ (ppm)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	UR (%)	OBSERVAÇÕES
07:00	1	449	20,5	69,3	Porta e Janelas Fechadas
07:10	3	430	20,5	68,6	Porta e Janelas Abertas
07:20	10	448	20,1	69,7	Porta e Janelas Abertas
07:30	29	531	20,2	69,7	Porta e Janelas Abertas
07:40	37	606	20,8	67,9	Porta Fechada e Janelas Abertas
07:50	36	889	22,2	65,3	Porta Fechada e Janelas Abertas
08:00	37	862	22,2	64,3	Porta Fechada e Janelas Abertas
08:10	37	843	22,2	63,8	Porta Fechada e Janelas Abertas
08:20	37	759	22,3	63,5	Porta Fechada e Janelas Abertas
08:30	38	653	21,7	65,3	Porta e Janelas Abertas
08:40	38	725	22,2	63,4	Porta Fechada e Janelas Abertas
08:50	38	774	22,4	62,9	Porta Fechada e Janelas Abertas
09:00	38	704	22,2	62,7	Porta e Janelas Abertas
09:10	1	410	20,1	68,8	Porta e Janelas Abertas
09:20	1	408	20,1	69,3	Porta e Janelas Abertas
09:30	1	406	19,9	70,6	Porta e Janelas Abertas
09:40	1	411	19,9	69,9	Porta e Janelas Abertas
09:50	1	417	19,8	70,9	Porta e Janelas Abertas
10:00	1	413	19,7	72,2	Porta e Janelas Abertas
10:10	5	425	19,2	77	Porta e Janelas Abertas
10:20	22	508	20,1	72,8	Porta e Janelas Abertas
10:30	38	724	21,1	69,9	Porta Fechada e Janelas Abertas
10:40	38	731	21,6	67,6	Porta Fechada e Janelas Abertas
10:50	38	767	22	66,8	Porta Fechada e Janelas Abertas
11:00	38	842	22,3	66	Porta Fechada e Janelas Abertas
11:10	35	814	22,4	64,6	Porta Fechada e Janelas Abertas
11:20	25	780	22,3	65,2	Porta Fechada e Janelas Abertas
11:30	20	758	21,9	65,5	Porta Fechada e Janelas Abertas
11:40	10	645	21,1	65,4	Porta Fechada e Janelas Abertas
11:50	6	504	21,2	67	Porta Fechada e Janelas Abertas
12:00	1	463	21,1	66,4	Porta Fechada e Janelas Abertas
12:10	1	436	21	67	Porta Fechada e Janelas Abertas
12:20	1	446	21	67,8	Porta Fechada e Janelas Abertas
12:30	1	432	21	67,5	Porta Fechada e Janelas Abertas
MÉDIA	19,53	600,38	21,13	67,49	
AMBIENTE EXTERNO					
07:00	-	412	17,8	80,2	Nublado
10:00	-	414	18,3	81,4	Chuvisco (garoa)
12:30	-	404	19,6	77,5	Nublado

Fonte: Autora (2020).

Na figura 74, é apresentado um gráfico que demonstra os parâmetros físicos ao longo do tempo no dia 3 de outubro. No gráfico evidencia-se padrão semelhante entre a umidade relativa e a temperatura ambiente, bem como entre o número de ocupantes e a concentração de CO₂.

Figura 74 – Sem parede viva (3 de outubro)



Fonte: Autora (2020).

Através da figura 70 também é possível observar que os picos da concentração de CO₂ acontecem durante os horários com maior número de ocupantes na sala de aula.

5.3.1.2 Parede Viva com grama-amendoim (24 de outubro)

No Quadro 7 são apresentados os dados coletados no dia 24 de outubro, após 20 dias da inserção dos jardins verticais com a espécie grama-amendoim. O Quadro 7 segue o mesmo padrão do Quadro 6. Da mesma forma, ao final são apresentados os valores médios dos parâmetros medidos no dia de coleta, bem como os valores dos parâmetros medidos no ambiente externo.

Quadro 7 – Parâmetros medidos no dia 24 de outubro

(continua)

Local: Colégio Politécnico da UFSM, Bloco D, Sala D2 Data: 24/10/2019 Quinta-feira					
AMBIENTE INTERNO					
HORÁRIO	Nº DE OCUPANTES	[] DE CO ₂ (ppm)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	UR (%)	OBSERVAÇÕES
07:00	1	560	16,6	71,3	Porta e Janelas Fechadas
07:10	1	527	18,1	66,3	Porta e Janelas Abertas
07:20	7	510	18,2	68,3	Porta e Janelas Abertas
07:30	11	556	18,8	69,1	Porta e Janelas Abertas
07:40	22	791	19,3	69,7	Porta Fechada e Janelas Abertas
07:50	22	823	19,8	68	Porta Fechada e Janelas Abertas
08:00	22	860	20	68,9	Porta Fechada e Janelas Abertas

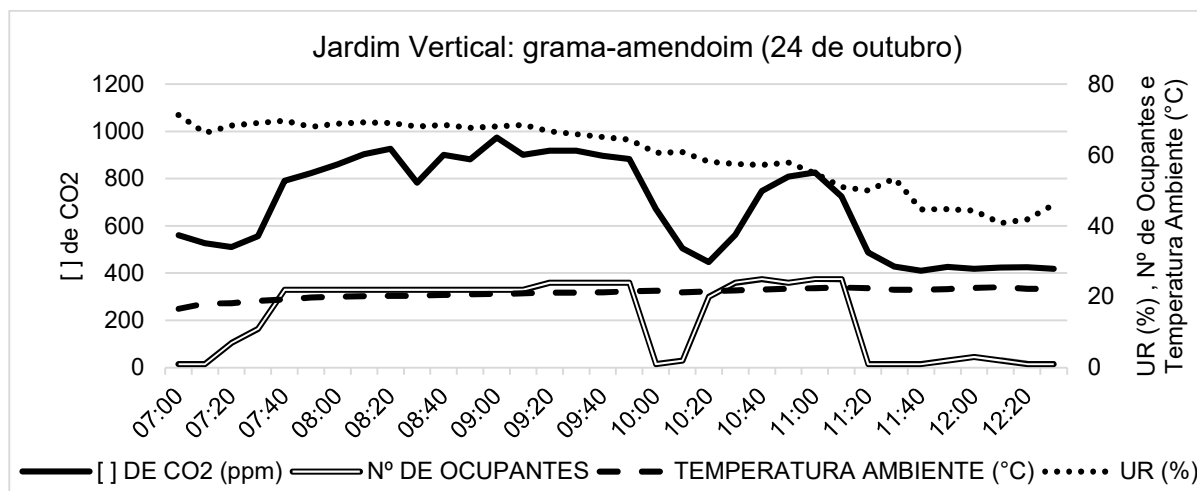
(conclusão)

Local: Colégio Politécnico da UFSM, Bloco D, Sala D2 Data: 24/10/2019 Quinta-feira					
AMBIENTE INTERNO					
HORÁRIO	Nº DE OCUPANTES	[] DE CO2 (ppm)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	UR (%)	OBSERVAÇÕES
08:10	22	903	20,2	69,2	Porta Fechada e Janelas Abertas
08:20	22	926	20,3	69,1	Porta Fechada e Janelas Abertas
08:30	22	782	20,3	68,1	Porta Fechada e Janelas Abertas
08:40	22	901	20,5	68,5	Porta Fechada e Janelas Abertas
08:50	22	882	20,7	67,7	Porta Fechada e Janelas Abertas
09:00	22	974	20,8	68,1	Porta Fechada e Janelas Abertas
09:10	22	901	21	68,5	Porta Fechada e Janelas Abertas
09:20	24	918	21,2	66,7	Porta Fechada e Janelas Abertas
09:30	24	918	21,2	65,9	Porta Fechada e Janelas Abertas
09:40	24	897	21,3	65,1	Porta Fechada e Janelas Abertas
09:50	24	883	21,5	64,4	Porta Fechada e Janelas Abertas
10:00	1	671	21,7	60,7	Porta e Janelas Abertas
10:10	2	505	21,3	60,8	Porta e Janelas Abertas
10:20	20	447	21,5	58,1	Porta e Janelas Abertas
10:30	24	561	21,8	57,5	Porta Fechada e Janelas Abertas
10:40	25	747	22,1	57,2	Porta Fechada e Janelas Abertas
10:50	24	808	22,3	57,9	Porta Fechada e Janelas Abertas
11:00	25	826	22,4	54,9	Porta Fechada e Janelas Abertas
11:10	25	724	22,6	51	Porta Fechada e Janelas Abertas
11:20	1	487	22,4	50	Porta e Janelas Abertas
11:30	1	428	22	53,4	Porta Fechada e Janelas Abertas
11:40	1	410	22	44,7	Porta Fechada e Janelas Abertas
11:50	2	426	22,2	44,8	Porta e Janelas Abertas
12:00	3	418	22,5	44,3	Porta e Janelas Abertas
12:10	2	424	22,7	40,8	Porta e Janelas Abertas
12:20	1	425	22,3	41,9	Porta Fechada e Janelas Abertas
12:30	1	418	22,3	46	Porta Fechada e Janelas Abertas
MÉDIA	14,53	683,44	21	60,2	
AMBIENTE EXTERNO					
07:00	-	514	14,8	75	Céu Limpo
10:00	-	406	22	57,3	Céu Limpo
12:30	-	460	24,8	36	Céu Limpo

Fonte: Autora (2020).

Na figura 75, é apresentado o gráfico que demonstra os parâmetros físicos ao longo do tempo, evidenciando-se padrão semelhante entre o número de ocupantes e a concentração de CO₂. No entanto, percebe-se que o padrão observado na coleta de dados anterior – entre umidade relativa do ar e a temperatura ambiente – não se manteve com a inserção da parede viva de grama-amendoim. Ao longo do período de medição observa-se que a umidade do ar sofre um pequeno declínio em relação as primeiras horas da manhã.

Figura 75 – Parede viva com grama-amendoim (24 de outubro)



Fonte: Autora (2020).

Através do gráfico, também é possível observar que os picos da concentração de CO₂ acontecem durante os horários com maior número de ocupantes na sala de aula, mesmo padrão observado sem a inserção dos jardins verticais.

5.3.1.3 Parede Viva com clorofito (14 de novembro)

No Quadro 8 são apresentados os dados coletados no dia 14 de novembro, após 20 dias da inserção dos jardins verticais com a espécie clorofito. O quadro segue o mesmo padrão dos Quadros 6 e 7. Ao final do quadro também são apresentados os valores médios dos parâmetros medidos no dia de coleta, bem como os valores dos parâmetros medidos no ambiente externo no dia 9 de novembro.

Quadro 8 – Ambiente interno: 14 de novembro

(continua)

Local: Colégio Politécnico da UFSM, Bloco D, Sala D2 Data: 14/11/2019 Quinta-feira					
AMBIENTE INTERNO					
HORÁRIO	Nº DE OCUPANTES	[] DE CO2 (ppm)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	UR (%)	OBSERVAÇÕES
07:00	1	1179	23,8	74,8	Porta e Janelas Fechadas
07:10	5	480	23,5	74,1	Porta e Janelas Abertas
07:20	13	521	23,7	74,4	Porta Fechada e Janelas Abertas
07:30	22	717	24,2	75	Porta Fechada e Janelas Abertas
07:40	38	1104	24,8	74,4	Porta Fechada e Janelas Abertas
07:50	38	1363	25,2	74,4	Porta Fechada e Janelas Abertas
08:00	36	1223	25,2	72,6	Porta e Janelas Abertas

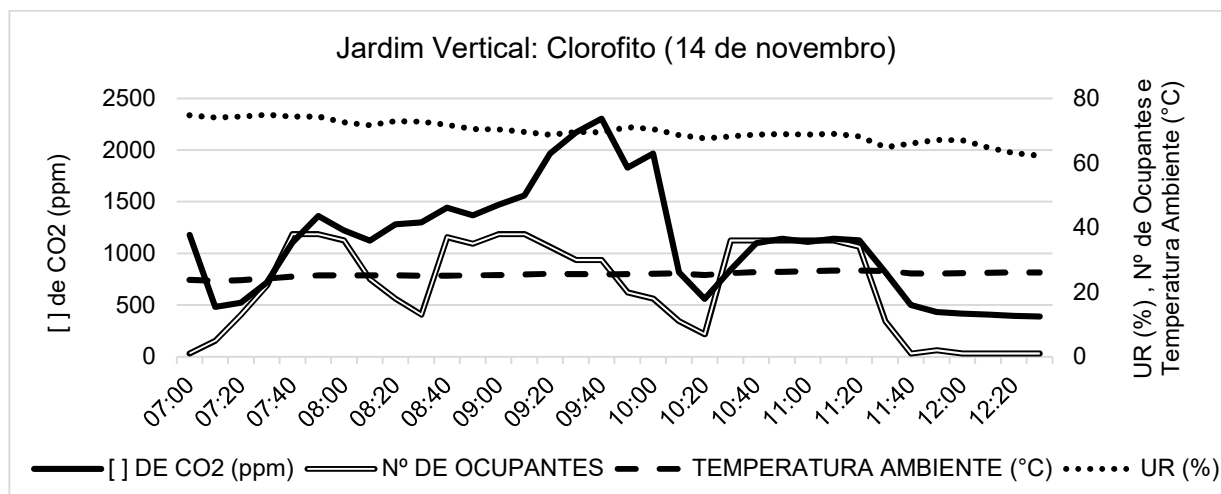
(conclusão)

Local: Colégio Politécnico da UFSM, Bloco D, Sala D2 Data: 14/11/2019 Quinta-feira					
AMBIENTE INTERNO					
HORÁRIO	Nº DE OCUPANTES	[] DE CO2 (ppm)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	UR (%)	OBSERVAÇÕES
08:10	24	1122	25,2	71,7	Porta e Janelas Abertas
08:20	18	1282	25,2	73	Porta Fechada e Janelas Abertas
08:30	13	1300	25,1	72,8	Porta Fechada e Janelas Abertas
08:40	37	1441	25,1	71,8	Porta e Janelas Abertas
08:50	35	1367	25,2	70,6	Porta e Janelas Abertas
09:00	38	1470	25,3	70,5	Porta e Janelas Abertas
09:10	38	1559	25,5	69,7	Porta Fechada e Janelas Abertas
09:20	34	1967	25,7	68,8	Porta Fechada e Janelas Abertas
09:30	30	2172	25,6	69,7	Porta Fechada e Janelas Abertas
09:40	30	2307	25,5	69,6	Porta Fechada e Janelas Abertas
09:50	20	1831	25,6	71,2	Porta Fechada e Janelas Abertas
10:00	18	1965	25,7	70,6	Porta Fechada e Janelas Abertas
10:10	11	816	25,8	68,7	Porta Fechada e Janelas Abertas
10:20	7	559	25,3	67,7	Porta e Janelas Abertas
10:30	36	840	25,9	68,3	Porta Fechada e Janelas Abertas
10:40	36	1098	26,2	68,9	Porta Fechada e Janelas Abertas
10:50	36	1140	26,3	69	Porta Fechada e Janelas Abertas
11:00	36	1110	26,5	68,9	Porta Fechada e Janelas Abertas
11:10	36	1140	26,7	69,1	Porta Fechada e Janelas Abertas
11:20	34	1126	26,7	68,3	Porta e Janelas Abertas
11:30	11	820	26,6	64,9	Porta e Janelas Abertas
11:40	1	500	25,8	66,1	Porta e Janelas Abertas
11:50	2	432	25,7	67,2	Porta e Janelas Abertas
12:00	1	415	25,9	67,1	Porta e Janelas Abertas
12:10	1	406	26	64,8	Porta Fechada e Janelas Abertas
12:20	1	393	26,1	63,1	Porta Fechada e Janelas Abertas
12:30	1	391	26,1	62,3	Porta Fechada e Janelas Abertas
MÉDIA	21,71	1104,59	25,49	69,83	
AMBIENTE EXTERNO					
07:00	-	428	22,6	79	Nublado
10:00	-	402	25,2	69,2	Nublado
12:30	-	385	27,6	62,2	Céu Limpo

Fonte: Autora (2020).

Na figura 76, é apresentado o gráfico que demonstra os parâmetros físicos ao longo do tempo. No gráfico evidencia-se padrão semelhante entre o número de ocupantes e a concentração de CO₂. No entanto, percebe-se que o padrão observado na coleta de dados anterior – entre umidade relativa do ar e a temperatura ambiente – não se manteve com a inserção da parede viva de clorofito.

Figura 76 – Parede viva com clorofito (14 de novembro)



Fonte: Autora (2020).

Ao longo do período de medição observa-se que a umidade do ar sofre um declínio em relação as primeiras horas da manhã. Porém, também é possível observar que os picos de concentração de CO₂ acontecem durante os horários com maior número de ocupantes na sala de aula, mesmo padrão observado sem a inserção dos jardins verticais.

5.3.2 Análise de Correlação

A análise de correlação foi realizada entre os parâmetros físicos: concentração de CO₂ (ppm), umidade relativa – UR (%), temperatura ambiente (°C) – também chamada de “TBS” (temperatura de bulbo seco), número de ocupantes na sala de aula e as observações anotadas (porta aberta/fechada) para as três datas observadas. Como as observações são dados quantitativos (porta aberta e fechada), foram definidos os valores: “0” para porta fechada e “1” para porta aberta.

5.3.2.1 Sem Parede Viva (3 de outubro)

Na Tabela 14 é apresentada a correlação entre os parâmetros físicos citados, referente aos dados coletados no dia 3 de outubro de 2019, situação em que os jardins

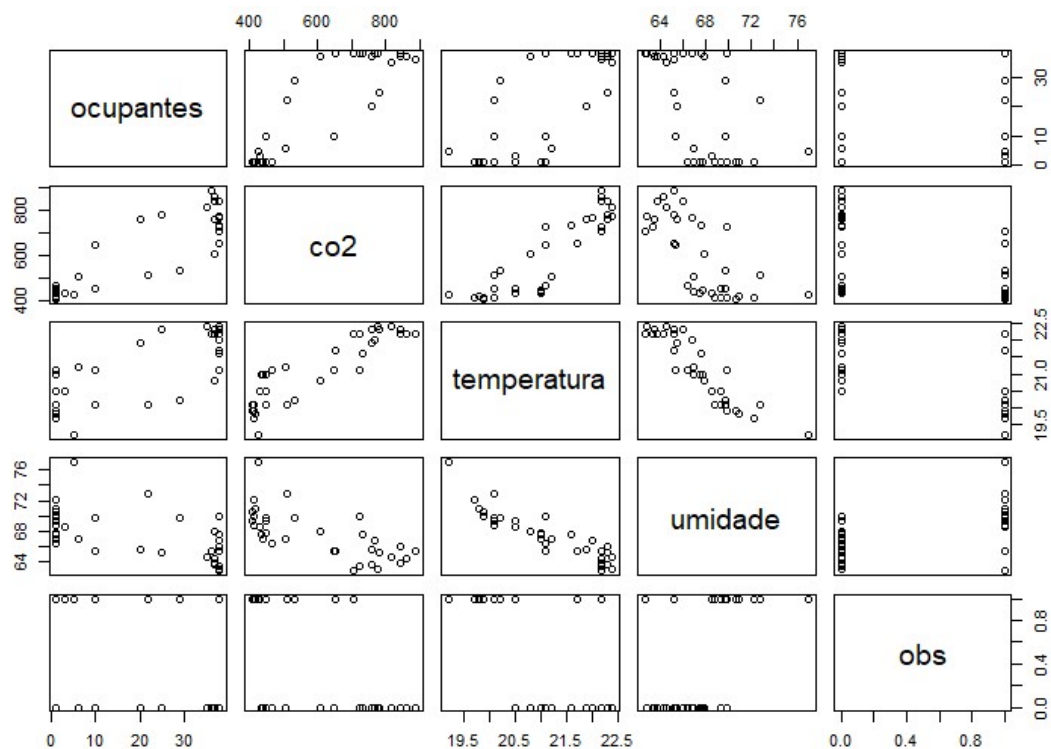
verticais ainda não haviam sido inseridos na sala de aula em estudo. Já na Figura 77, são apresentados os gráficos de dispersão referentes a correlação.

Tabela 14 – Correlação entre variáveis no dia 3 de outubro

	Ocupantes	CO ₂	Temperatura	UR	Porta aberta/fechada
Ocupantes	1	0,89	0,75	-0,57	-0,38
CO ₂	0,89	1	0,89	-0,70	-0,59
Temperatura	0,75	0,89	1	-0,91	-0,70
Umidade rel. do ar	-0,57	-0,70	-0,91	1	0,58
Porta aberta/fechada	-0,38	-0,59	-0,70	0,58	1

Fonte: Sigma Jr (2020).

Figura 77 – Gráficos de dispersão referentes a correlação entre os parâmetros físicos para o dia 3 de outubro de 2019



Fonte: Sigma Jr (2020).

Desta forma, na situação sem parede viva, percebe-se um grande número de interações do tipo muito forte (positivas e negativas). A variável CO₂, correlaciona-se fortemente com o número de ocupantes ($r = 0,89$), a temperatura ambiente ($r = 0,89$) e a umidade relativa ($r = -0,70$); a temperatura ambiente com o número de ocupantes ($r = 0,75$), umidade relativa ($r = -0,91$) e porta aberta/fechada

($r = -0,70$). Da mesma forma, o número de ocupantes correlaciona-se fortemente com CO_2 ($r = 0,89$) e com a temperatura ($r = 0,75$); a umidade relativa com CO_2 ($r = -0,70$) e com a temperatura ($r = -0,91$); e a variável porta aberta/porta fechada com a temperatura ambiente ($r = -0,70$). Apresentando 6 correlações do tipo muito forte.

5.2.2.2 Parede Viva com grama-amendoim (24 de outubro)

Na Tabela 15 é apresentada a correlação entre os parâmetros físicos: concentração de CO_2 (ppm), umidade relativa - UR (%), temperatura ambiente ou TBS ($^{\circ}\text{C}$), número de ocupantes na sala de aula e as observações anotadas (porta aberta/fechada) referente aos dados coletados no dia 24 de outubro de 2019, vinte dias após a inserção da parede viva com a espécie grama-amendoim na sala de aula.

Tabela 15 – Correlação entre variáveis no dia 24 de outubro

	Ocupantes	CO_2	Temperatura	UR	Porta aberta/fechada
Ocupantes	1	0,84	0,01	0,53	-0,60
CO_2	0,84	1	-0,16	0,70	-0,60
Temperatura	0,01	-0,16	1	-0,75	-0,02
Umidade rel. do ar	0,53	0,70	-0,75	1	-0,26
Porta aberta/fechada	-0,60	-0,60	-0,02	-0,26	1

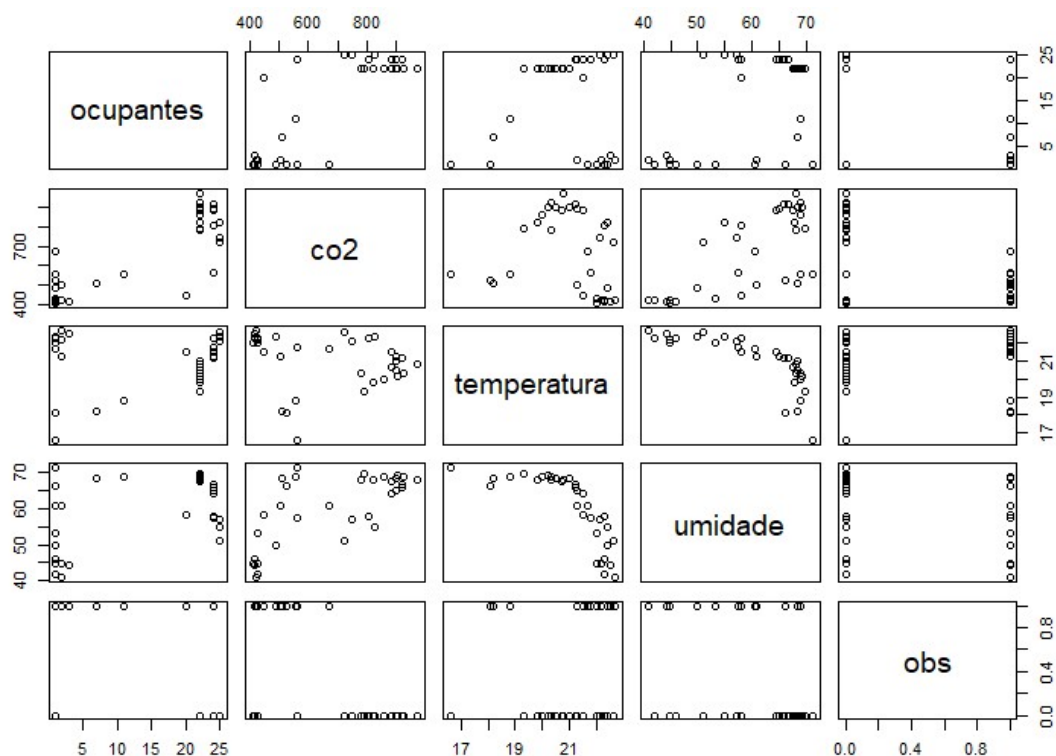
Fonte: Sigma Jr (2020).

Na situação com a sala de aula após a inserção da parede viva da espécie grama-amendoim, observa-se que as correlações do tipo muito forte (positivas e negativas), ocorrem em menor número do na situação sem vegetação. A variável CO_2 relaciona-se fortemente com as variáveis número de ocupantes ($r = 0,84$) e com a umidade relativa do ar ($r = 0,70$); já a temperatura correlaciona-se de forma muito forte negativamente com a umidade relativa do ar ($r = -0,75$). Da mesma forma, o número de ocupantes correlaciona-se com a concentração de CO_2 ($r = 0,84$); a umidade relativa correlaciona-se com a variável CO_2 ($r = 0,70$) e com a temperatura ambiente ($r = -0,75$).

Neste dia, as correlações da variável porta aberta/fechada, com os parâmetros número de ocupantes ($r = -0,60$) e CO_2 ($r = -0,60$), são consideradas correlações

moderadas. Na Figura 78, são apresentados os gráficos de dispersão referentes a correlação.

Figura 78 – Gráficos de dispersão referentes a correlação entre os parâmetros físicos para o dia 24 de outubro de 2019



Fonte: Sigma Jr (2020).

Assim, verificou-se que com a inserção da parede viva da espécie grama-amendoim houve redução no número de correlações muito fortes, apresentando apenas 3 correlações desse tipo.

5.2.2.3 Parede Viva com clorofito (14 de novembro)

Na Tabela 16 é apresentada a correlação entre os parâmetros físicos referente aos dados coletados no dia 14 de novembro – vinte dias após a inserção da parede viva com a espécie clorofito na sala de aula.

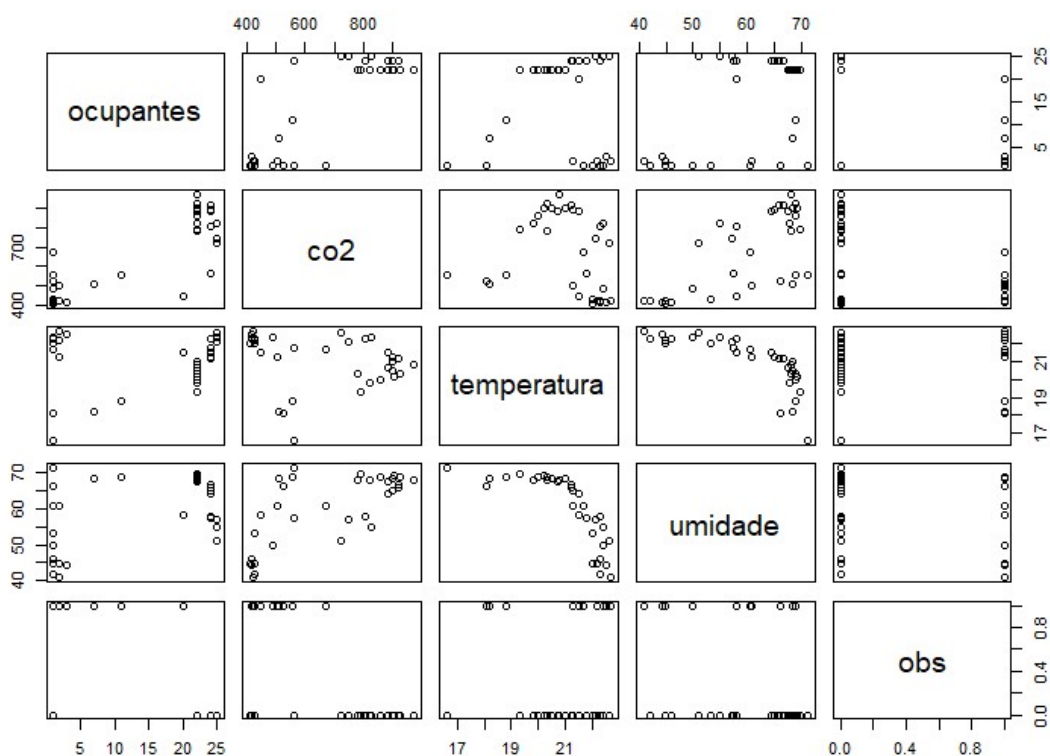
Tabela 16 – Correlação entre variáveis no dia 14 de novembro

	Ocupantes	CO ₂	Temperatura	UR	Porta aberta/ fechada
Ocupantes	1	0,62	0,17	0,35	-0,13
CO ₂	0,62	1	0,04	0,34	-0,27
Temperatura	0,17	0,04	1	-0,75	-0,03
Umidade rel. do ar	0,35	0,34	-0,75	1	-0,10
Porta aberta/fechada	-0,13	-0,27	-0,03	-0,10	1

Fonte: Sigma Jr (2020).

Já na Figura 79 é apresentado o gráfico de dispersão referente a correlação dos dados apresentados na Tabela 16. Ao analisarmos os valores de correlação nota-se, para a variável ocupantes uma moderada correlação positiva, $r = 0,62$, com a variável CO₂. Para a variável CO₂, temos uma correlação fraca para UR ($r = 0,34$) e a variável porta aberta/fechada ($r = -0,26$). No entanto, a variável temperatura do ambiente possui correlação muito forte negativa com a variável umidade relativa ($r = -0,75$). As demais correlações são consideradas fracas ou ínfimas.

Figura 79 – Gráficos de dispersão referentes a correlação entre os parâmetros físicos para o dia 24 de outubro de 2019



Fonte: Sigma Jr (2020).

Assim, na situação com a sala de aula após substituição da parede viva da espécie grama-amendoim pela espécie clorofito, observa-se que as correlações do tipo muito forte, ocorrem apenas entre as variáveis umidade relativa e temperatura de forma negativa.

5.2.2.4 Conclusões da Análise de Correlação

A partir da análise e resultados foi elaborado o Quadro 9 utilizando-se da interpretação de Newbold (1995). No quadro destaca-se as interpretações com resultados muito forte, tanto positiva quanto negativa.

Quadro 9 – Interpretação das escalas de coeficientes de correlação encontrados

Data	Variáveis	Ocupantes	CO ₂	Temperatura	UR	Porta aberta /fechada
Sem Parede Viva (3 de outubro)	Ocupantes	1	Positiva Muito Forte	Positiva Muito Forte	Negativa Substancial	Negativa Moderada
	CO ₂	Positiva Muito Forte	1	Positiva Muito Forte	Negativa Muito Forte	Negativa Substancial
	Temperatura	Positiva Muito Forte	Positiva Muito Forte	1	Negativa Muito Forte	Negativa Muito Forte
	UR	Negativa Substancial	Negativa Muito Forte	Negativa Muito Forte	1	Positiva Substancial
	Porta aberta/fechada	Negativa Moderada	Positiva Substancial	Positiva Muito Forte	Positiva Substancial	1
Parede Viva com grama-amendoim (24 de outubro)	Ocupantes	1	Positiva Muito Forte	Positiva Ínfima	Positiva Substancial	Negativa Substancial
	CO ₂	Positiva Muito Forte	1	Negativa Baixa	Positiva Muito Forte	Negativa Substancial
	Temperatura	Positiva Ínfima	Negativa Baixa	1	Negativa Muito Forte	Negativa Ínfima
	UR	Positiva Substancial	Positiva Muito Forte	Negativa Muito forte	1	Negativa Baixa
	Porta aberta/fechada	Negativa Substancial	Positiva Substancial	Negativa Ínfima	Negativa Baixa	1
Parede Viva com clorofito (14 de novembro)	Ocupantes	1	Positiva Substancial	Positiva Baixa	Positiva Moderada	Negativa Baixa
	CO ₂	Positiva Substancial	1	Positiva Ínfima	Positiva Moderada	Negativa Baixa
	Temperatura	Positiva Baixa	Positiva Ínfima	1	Negativa Muito Forte	Negativa Ínfima
	UR	Positiva Moderada	Positiva Moderada	Negativa Muito Forte	1	Negativa Baixa
	Porta aberta/fechada	Negativa Baixa	Negativa Baixa	Negativa Ínfima	Negativa Baixa	1

Fonte: Autora (2020).

Ao compararmos as interpretações nos diferentes dias, percebe-se que sem o a parede viva o número de correlações do tipo muito forte é maior do que nos dias com parede viva, sendo que nesta situação observou-se 6 correlações deste tipo. Já

na presença da parede viva da espécie grama-amendoim foram 3 e na presença da parede viva da espécie clorofito manteve-se apenas uma correlação entre as variáveis. A correlação constante nas três situações é entre as variáveis umidade relativa e temperatura ambiente, com $r = -0,91$ (sem vegetação) e $r = -0,75$ nas situações com jardins verticais.

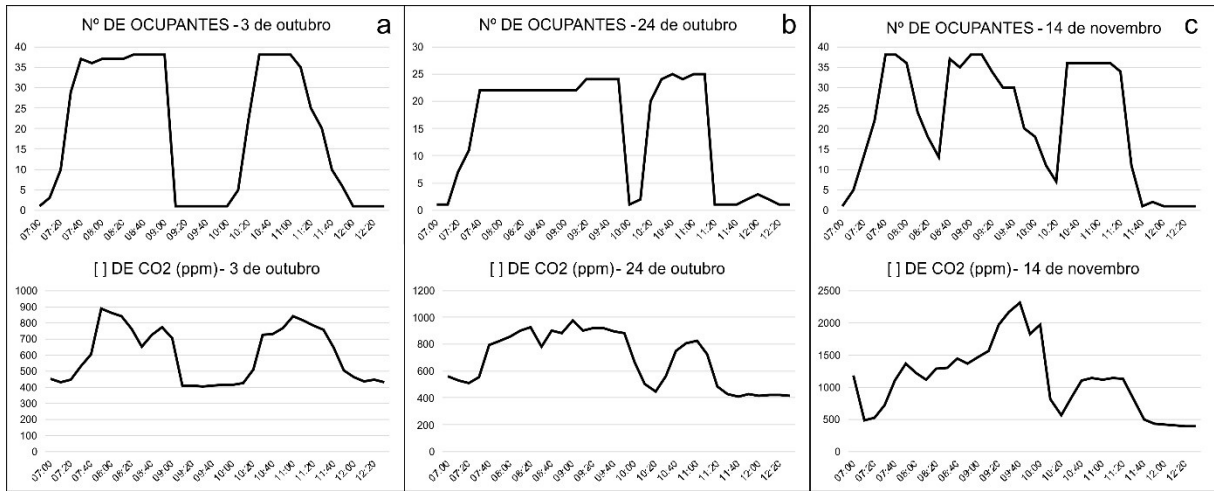
No entanto, a constância destas correlações nas três situações é esperada, visto que a umidade relativa do ar é a relação entre a quantidade de água existente no ar (umidade absoluta) e a quantidade máxima que poderia haver na mesma temperatura (ponto de saturação). Portanto, uma grandeza é inversamente proporcional a outra, o que foi constatado nas medições.

Percebe-se ainda, que nas situações com a inserção da parede viva a variável porta aberta/fechada (relacionada a vazão do ar) é considerada substancial, baixa ou ínfima, diferente da situação sem parede viva, o que sugere que esta variável, quando relacionada ao uso dos jardins verticais possui menor importância.

Quanto a variável CO_2 , a análise demonstra, na situação sem parede viva, uma correlação muito forte entre o número de ocupantes, a temperatura e umidade relativa do ar com esta variável. Já no dia 24 de outubro, na presença da parede viva da espécie grama-amendoim, o CO_2 passa a correlacionar-se fortemente apenas com o número de ocupantes e a umidade relativa. No dia 14 de novembro (parede viva com a espécie grama-amendoim), a variável CO_2 não apresenta correlações do tipo muito forte com nenhuma variável. Esta situação pode estar relacionada a características específicas da espécie, inicialmente sugerindo que a espécie clorofito produziria maior quantidade de CO_2 durante a noite. Porém ao observarmos os dados dos Quadros 6,7 e 8, ao logo da coleta percebe-se que essas grandes variações também ocorrem em outros horários. Assim, faz-se necessários estudos de forma isolada para esta comprovação quanto a emissão de CO_2 pelas espécies estudadas com maior número de coleta em cada situação.

Na figura 8 são apresentados os padrões das variáveis número de ocupantes e a concentração de CO_2 ao longo do tempo nas três situações, confirmando as correlações existentes entre estas variáveis.

Figura 80 – Padrões das variáveis número de ocupantes e concentração de CO₂ : (a) 3 de outubro – sem parede viva; (b) 24 de outubro – parede viva da espécie grama-amendoim ; (c) 14 de novembro – parede viva da espécie clorofito.



Fonte: Autora (2020).

5.3.3 Análise em relação a Resolução nº9 (ANVISA, 2003)

A análise comparativa entre os valores aferidos e os valores definidos pela RE nº9 (ANVISA, 2003) foi realizada a partir das médias de valores apresentados nos Quadros 6, 7 e 8. Na Tabela 17, podemos observar as médias dos parâmetros medidos em cada situação e respectivos valores referenciais apresentados na resolução em questão.

Tabela 17 – Médias de parâmetros nas três situações

Situação	Nº de Ocupantes	CO ₂ (ppm)		Temperatura Ambiente (°C)		UR (%)	
		Aferido	RE nº9	Aferido	RE nº9	Aferido	RE nº9
Sem Parede Viva (3 de outubro)	19,53	600,38		21,13		67,49	
Parede Viva com grama-amendoim (24 de outubro)	14,53	683,44	1000ppm	21	26,5 a 27	60,20	65
Parede Viva com clorofito (14 de nov.)	21,71	1104,59		25,49		69,83	

Fonte: Banco de dados da autora e Sigma Jr (2020).

A partir dos dados apresentados na Tabela 17 verificou-se que na situação sem parede viva (dia 3 de outubro), os valores de CO₂ mantiveram-se abaixo do valor

máximo definido pela resolução (1000ppm), assim como a temperatura ambiente (inferior a 27°C). Porém a umidade relativa do ar (UR) manteve-se acima do recomendado pela RE nº9 (65%). Na situação com parede viva da espécie grama-amendoim (14 de outubro), observa-se que os valores de CO₂ também se mantiveram abaixo do valor máximo definido pela resolução (1000ppm), bem como a temperatura ambiente (inferior a 27°C). No entanto, houve melhora quanto a UR, ficando dentro dos valores definidos pela RE nº9. Já com a parede viva da espécie clorofito verificou-se que durante as medições os valores, em sua grande maioria, se mantiveram acima do recomendado pela RE nº9 (1000ppm), porém os valores relacionados a temperatura mantiveram-se dentro do recomendado pela RE em questão. Já os valores de UR, assim como os de CO₂, mantiveram-se acima do recomendado (40% a 65%).

Desta forma, verificou-se que com a inserção das paredes vivas de ambas espécies, mesmo em situações onde não houve aumento no número de ocupantes, houve aumento nos valores das concentrações de CO₂. No caso do uso da parede viva com clorofito a média de CO₂ se manteve acima do recomendado pela RE. No entanto, a sala de aula apresenta pouca ventilação, o que explicaria a pouca significância da variável como observou-se nas análises de correlação. Neste sentido seria interessante a realização de novos estudos onde, assim como no estudo de Fakoury (2017), fosse possível o controle da temperatura bem como a aferição das variáveis em diferentes volumes de vazão de ar.

6 CONCLUSÕES

A busca pela qualificação do ambiente interno teve início na década de 1970 a partir do surgimento dos primeiros casos da chamada Síndrome do Edifício Doente (SED) na Europa, Canadá e Estados Unidos. No entanto, o tema torna-se ainda mais atual e relevante tendo em vista a situação de pandemia da Covid-19 que enfrentamos.

A atual conjuntura trouxe uma série de mudanças comportamentais para a sociedade, entre elas a necessidade de isolamento social. Com isso, além da preocupação com as medidas sanitárias com o intuito de diminuir a propagação do coronavírus surge também a necessidade da busca de qualificação do ambiente interno, tendo em vista que com o isolamento passamos a permanecer ainda mais tempo em ambientes fechados, principalmente em nossas residências. Mesmo antes da situação de Pandemia, conforme visto, passamos grande parte de nossas vidas em ambientes internos. Desta forma, considera-se que os resultados alcançados nesta dissertação, contribuem de forma significativa para qualificação de ambiente interno, tanto escolar (objeto deste estudo), quanto em outros espaços, como residências e ambientes corporativos.

Quanto ao uso de paredes vivas em escolas, destaca-se ainda a contribuição que o contato diário e constante com a vegetação no ambiente escolar proporciona à implementação da educação ambiental, colaborando para uma transição rumo a um modelo de desenvolvimento sustentável.

Contudo, os resultados desta pesquisa apontam que entre as três situações do ambiente da sala de aula D2 analisadas (sem a presença da parede viva, com parede viva da espécie grama-amendoim e com parede viva da espécie clorofito), a situação com parede viva da espécie grama-amendoim apresentou melhores resultados, podendo oferecer benefícios na qualidade do ambiente interno, tais como melhoria na concentração de CO₂ e na umidade relativa do ar, fazendo com que estes parâmetros na situação em questão ficassem mais próximos aos recomendados pela RE nº 9 da ANVISA.

As melhorias relacionadas ao bem-estar, foram comprovadas através desses resultados, assim como pela descrição do ambiente de sala de aula apontado pelos alunos/usuários (“fresco”, “iluminado” e “arejado”), e através do teste de preferência, onde 83% dos alunos/usuários preferiram a sala de aula com os jardins verticais da

espécie grama-amendoim. No entanto, destaca-se que o resultado do teste de preferência pode estar relacionado as características morfológicas da grama-amendoim (plantas verdes, com floração pouco expressiva e levemente perfumada). Outro fator a ser considerado no uso da grama-amendoim no ambiente interno na cidade de Santa Maria/RS é que se trata de uma espécie nativa da região, incentivando-se o uso de plantas de forma racional, com menor impacto ambiental.

Na situação da sala de aula com a inserção da parede viva da espécie clorofito, conclui-se que os parâmetros aferidos apresentaram piora em relação a concentração de CO₂ e melhora quanto a temperatura, quando comparada a situação sem parede viva. Desta forma, conclui-se que a espécie, mesmo sendo utilizada como fitoremediadora de VOCs, apresenta características fisiológicas quem indicam piora na concentração de CO₂ durante o período do dia. Assim, seriam necessárias investigações sobre a espécie de forma isolada.

Quanto as ferramentas utilizadas para coleta de dados conclui-se que o questionário poderia abranger questões com escalas de valores, o que permitiria melhor análise das questões, eliminando-se questões abertas. Em relação ao teste de preferência, conclui-se que deveria ter sido solicitado aos alunos, além da assinalação da imagem de preferência em relação ao ambiente escolar, também o motivo pelo qual fez esta escolha, o que proporcionaria ao estudo maior número de relações para triangulação de dados. Quanto a análise de correlação, conclui-se que deveriam ter sido realizadas um maior número de coletas de parâmetros físicos, bem como a inserção de outros parâmetros, como a vazão do ar, já que os resultados não deixaram evidentes as relações entre os parâmetros estudados.

Entre as limitações do estudo estão a falta de disponibilidade de mostradores de dióxido de carbono (CO₂), o que comprometeu as medições dos parâmetros químico e físicos no ambiente externo, visto que foi necessário o uso do mesmo equipamento tanto para o interior quanto para a área externa da sala de aula. No entanto, conclui-se que os objetivos propostos para este estudo foram alcançados, demonstrando que o uso de paredes vivas no ambiente interno escolar em edifícios existentes é viável e proporciona benefícios tais como bem-estar, melhoria na concentração de CO₂ e na umidade relativa do ar, proporcionando um ambiente interno qualificado aos usuários destes espaços.

6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A partir desta dissertação, visando contribuir com trabalhos futuros, são sugeridas as possibilidades temáticas referentes ao uso de paredes vivas no ambiente interno:

- a) Estudo de ferramentas adequadas à análise de correlação entre variáveis ambientais do ambiente interno com a inserção de paredes vivas.
- b) Aplicação os procedimentos e ferramentas usados nesta pesquisa: (1) com o acréscimo dos demais parâmetros referenciados pela RE nº9: concentração de fungos, aerodispersóides e taxa de renovação de ar; (2) com a inserção de outras espécies vegetais; (3) em outros locais, tais como residências e espaços corporativos, atingindo assim outros usuários; (4) com o acréscimo de novos de planos e área de parede viva.
- c) Investigação da taxa de absorção de CO₂ das espécies utilizadas nesta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16401-3:** Instalações de ar-condicionado – Sistemas Centrais e Unitários. Parte 3: Qualidade do Ar Interior. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: https://www.academia.edu/33721257/NBR_16401_3_2008_QUALIDADE_DO_AR_INTERIOR. Acesso em: jan. 2020.
- AIHONG, L. **Vertical Garden Design** – A Comprehensive Guide: Systems, Plants and Case Studies. Artpower International Publish Company. Hong Kong, 2018.
- ANDRADE, J. C. M.; TAVARES, S. R. L.; MAHLER, C. F. **Fitorremediação:** o uso de plantas na melhoria da qualidade ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
- ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução nº 176** de 24 de outubro de 2000. Determina a publicação de orientação técnica elaborada por Grupo Técnico Assessor, sobre padrões referenciais de qualidade do ar interior, em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo. Brasília, DF, 2000.
- ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução nº9** de 24 de outubro de 2000. Determina a publicação de orientação técnica elaborada por Grupo Técnico Assessor, sobre padrões referenciais de qualidade do ar interior, em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo. Brasília, DF, 2003.
- AKSO.** Manual de Instruções: CO277 Medidor de CO₂, Temperatura e Umidade. Disponível em: <https://loja.akso.com.br/download-arquivo/33/15385780006711.pdf> . Acesso em: 20 jan. 2019.
- BEYNON, J. **Physical facilities for education: what planners need to know.** UNESCO, 1997. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000118467> . Acesso em: 6 nov. 2020.
- BLANC, Patrick. **The Vertical Garden:** A scientific and artistic approach. 2008. Disponível em: <<http://www.verticalgardenpatrickblanc.com/documents>>. Acesso em: 31 fev. 2019.
- BLOG ELLERG. **The greenest wall of them all: 15 Cool Green Walls.** 2009. Disponível em: <<http://ellerg.blogspot.com/2009/05/greenest-wall-of-them-all-10-cool-green.html>>. Acesso em: 26 fev. 2019.
- BOLSA VIVA.** Disponível em< https://issuu.com/bolsaviva/docs/apresentacaobv__atualizado_06de2014_62b7d9653a295a>. Acesso em: 10 março 2019.
- BORDINI, Matheus Duarte. **Qualidade do Ar no Interior de Ambientes Climatizados:** Medição de Parâmetros. Trabalho de Formatura. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 3.523**, de 28 de agosto de 1998. Estabelece procedimentos de verificação visual do estado de limpeza e manutenção da integridade e eficiência de todos os componentes dos sistemas de climatização para garantir a qualidade do ar e prevenção dos riscos à saúde dos ocupantes de ambientes climatizados. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 1998.

BRINGSLIMARK, T.; HARTIG, T.; Patil G.G. **Psychological benefits of indoor plants in workplaces: putting experimental results into context**. HortScience 2007; 42: 581–587. Disponível em: <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/42/3/article-p581.xml>. Acesso em: 10 dez. 2019.

BURCHETT, M; TORPY, F; BRENNAN J; CRAIG, A. **Greening the Great Indoors for Human Health and Wellbeing**. Final Report, Project NY06021, 2010, 28p. Disponível em: https://greenplantsforgreenbuildings.org/wp-content/uploads/2014/09/Final_Greening-the-great-indoors.pdf. Acesso em: 10 dez. 2019.

CAMARGO, A.C.; BAILONE, A.L.; TEIXEIRA, I.; NALIN, M.S.; JOSÉ, P.de S.G. **Plantas para um jardim vertical perfeito**. ed. 2, nov. 2019. Disponível em: https://media.wix.com/ugd/1ecc0c_a9936452ac4745e4a87ddaa29df741e6.pdf. Acesso em: 12 dez. 2019.

CARTER, Daniela. **Revista D+A Diseño Arquitectura.CL**. Edifício Consorcio Santiago de Enrique Browne y Borja Huidobro. 2019. Disponível em: <http://www.disenhoarquitectura.cl/edificio-consorcio-santiago-de-enrique-browne-y-borja-huidobro/>. Acesso em: 20 de outubro de 2020.

CAVALCANTE, S.; MACIEL, R.H. **Métodos de pesquisa nos estudos pessoa-ambiente**. São Paulo: Casa do Psicológico, 2008.

CETIN, M.; SEVIK, H. Measuring the impact of selected plants on indoor CO₂ concentrations. **Polish Journal of Environmental Studies**, v. 25, p. 973–979, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/298806688_Measuring_the_Impact_of_Selected_Plants_on_Indoor_CO2_Concentrations . Acesso em: 30 set. 2020.

COSTA, C. S. Jardins Verticais: uma oportunidade para as nossas cidades? **Arquitextos**, São Paulo, ano 12, n. 133.06, Vitruvius, jul. 2011. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/12.133/3941>. Acesso em: 15 fev.2019.

COCO; R. M. **Espaços Livres Públicos Potenciais para o Lazer e a Recreação da cidade de Santa Maria, RS**. 2020. Dissertação (Mestrado em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo, Santa Maria, 2020.

COTRIM, Marcio; MARQUES, Sonia. **Edifício Praça**: entre o público e o privado. III Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, arquitetura, cidade e projeto: uma construção coletiva, São Paulo 2014. Disponível em: <http://www.anparq.org.br/dvd-enanparq-3/htm/Artigos/ST/ST-EPC-009-1-MARQUES.COTRIM.pdf> . Acesso em: 02 de outubro de 2020.

CUNHA, G.G.; KUHN, M. Análise do Ambiente. *In*: KÄMPF, A. N. (org.). **Manutenção de plantas ornamentais para interiores**. Porto Alegre: Rígel, 2001.

CRUCIOL BARBOSA, M.; FONTES, M. S. G. de C. Jardins verticais: modelos e técnicas. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 7, n. 2, p. 114-124, jun. 2016. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8646304> . Acesso em: 20 out. 2020.

DAISEY, J. M.; ANGELL, W. J.; APTE, M. G. Indoor air quality, ventilation and health symptoms in schools: as analysis of existing information. **Indoor Air**, v. 13, p. 53.-73, 2003. Disponível em: <https://www.osti.gov/servlets/purl/828725>. Acesso em: 20 maio 2019.

DAVIS, M.; HIRMER, S. The potential for vertical gardens as evaporative coolers: an adaptation of the 'Penman Monteith equation'. **Build Environ**, v.92, p. 135–141, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132315001511>. Acesso em: 15 nov. 2019.

DAVIS, M.; RAMIREZ, F. Muro Organico Urbano Silvestre Sostenible. **Revista PUCE**, v. 98, p.01-34, 2014. Disponível em: <http://investigaciones.puce.edu.ec/handle/23000/419>. Acesso em: 15 set. 2020.

DAVIS, M.; RAMIREZ, F.; PÉREZ, M.E. More than just a Green Façade: vertical gardens as active air conditioning units. **Procedia Engineering**, v. 145, p. 1250 – 1257, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705816301680>. Acesso em 15 set. 2020.

DAVIS, M.; TENPIERIK, M.; RAMIREZ, F.; PÉREZ, M.E. More than just a green facade: the sound absorption properties of a vertical garden with and without plants. **Build Environ**, v. 116, p.64–72, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132317300100>. Acesso em: 15 nov. 2019.

DELA CRUZ, M.; CHRISTENSEN, J. H. ;THOMSEN, J.D.; MULLER R. Can ornamental potted plants remove volatile organic compounds from indoor air? – a review. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 21, p.13909–13928, 2014. Disponível em: <https://greenplantsforgreenbuildings.org/wp-content/uploads/2014/09/Dela-Cruz-2014-review-on-phytoremediation-with-indoor-plants-2.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2020.

DUNNET, N.; KINGSBURY, N. **Planting Green Roofs and Living Walls**. 2. ed. Portland, USA: Timber Press, Inc., 2008.

ECOTELHADO. Sistema Brise Vegetal Ecotelhado. Disponível em: <https://ecotelhado.com/wp-content/uploads/2013/08/Manual-e-especifica%C3%A7%C3%B5es-Sistema-Brise-Vegetal.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2019.

ELALI, Gleice A. Psicologia e Arquitetura: em busca do *locus* interdisciplinar. **Estudos de Psicologia**, Natal, RN, v. 2, n. 2, p. 349 – 362, dez. 1997. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-294X1997000200009&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 29 out. 2020.

EPA. United States Environmental Protection Agency. **Indoor Air Quality and Student Performance**. Indoor Environments Division Office of Radiation and Indoor Air, Washington D.C, 2000. Disponível em: <https://my.airrestoreusa.com/wp-content/uploads/2015/04/STUDY-Indoor-Air-Quality-Student-Performance-8-1-00.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2020.

EVENSEN, K.H.; RAANAAS, R.K.; HÄGERHAÄLL, C.M.; JOHANSSON, M.; PATIL, G. G. Nature in the office : An environmental assessment study. **Journal of Architectural and Planning Research**, v. 34, n. 2, p.133-146, 2017. Disponível em: <http://lup.lub.lu.se/record/6e3b7978-b792-4cec-870c-41336814b51a>. Acesso em: mar. 2020.

FAKHOURY, N. A.; PIMENTA, M. M. **Estudo da qualidade do ar interior em ambientes educacionais**. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3150/tde-11072017-135147/pt-br.php> . Acesso em: 20 abril 2019.

FURLAN, R. A. Cultivo Protegido. Fortaleza: Secretaria de Agricultura Irrigada do Ceará – SEAGRI. **Agricultura Irrigada do Ceará**, v.3, n.5, 2002.

GIFFORD, R. **Environmental Psychology** : Principles and Praticce. 5.ed. Colville: Optimal Books, 2013.

GREENROOFS. About us. Disponível em: <https://greenroofs.org/about-us>. Acesso em: 26 out. 2020.

GREENWALL CERAMIC. Módulos. Disponível em: <http://www.greenwallceramic.com.br/modulos>. Acesso em: 10 março 2019.

GREENWALLS. Modular Hydroponic: greenwalls panel. Disponível em: <https://www.greenwalls.com/greenwalls-panel> . Acesso em: 29 out. 2020.

HAN, K.T. Influence of passive versus active interaction with indoor plants on the restoration, behavior, and knowledge of students at a junior high school in Taiwan. **Indoor Built Environ**. v.7, p. 818–830, 2018. Disponível em:

<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1420326X17691328>. Acesso em: 26 nov. 2019.

HAN, K.T.; HUNG, C.Y. Influences of physical interactions and visual contacts with plants on students' psycho-physiology, behaviors, academic performance and health. **Scientia Agricola**, v. 59, p.195–210, 2012.

HEIDEN, G.; BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. T. Considerações sobre o uso de plantas ornamentais nativas. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**. v. 12, n.1, p. 2-7, 2006. Disponível em: <https://ornamentalthorticulture.emnuvens.com.br/rbho/article/view/60/69>. Acesso em: 14 mar. 2019.

HEATH, G. A.; MENDELL, M.J. Do indoor pollutants and thermal conditions in schools influence student performance? A critical review of the literature. **Indoor Air Journal**, v. 15, p. 27-52, 2005. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.231.8426&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 29 out. 2020.

INMETRO. INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **Síndrome dos Edifícios Doentes em Recintos com Ventilação e Climatização Artificiais**: Revisão de Literatura. Disponível em: http://www.inmetro.gov.br/producao intelectual/obras_intelectuais/224_obraIntelectual.pdf. Acesso em: 3 fev. 2020.

INMET. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Normais Climatológicas do Brasil. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais>. Acesso em: 29 out. 2020.

JORNAL MS. Disponível em: <<http://jornalmsonline.com.br/com-suportes-para-vasos-e-aliado-a-arquitetura-jardim-vertical-ganha-praticidade/>>. Acesso em: 10 março 2019.

KEELER, M.; BRUKE, B. **Fundamentos de projetos de edificações sustentáveis**. Porto Alegre: Bookman, 2010.

KELLERT, S.; CALABRESE, E. **The Practice of Biophilic Design**. 2015. Disponível em: <https://www.biophilic-design.com/>. Acesso em: 12 jun. 2020.

KIKUCHI, O. Y. **Ornamentação floral**. São Paulo: Ed. SENAC São Paulo, 1995.

KIM, H.H.; PARK, J.W.; YANG, J.Y.; KIM, K.J.; LEE, J.Y.; SHIN, D.C.; LIM, Y.W. Evaluating the Relative Health of Residents in Newly Built Apartment Houses according to the Presence of Indoor Plants. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v. 79, n. 2, p. 200–206, 2010. Disponível em: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjshs1/79/2/79_2_200/_pdf/-char/en. Acesso em: 29 out. 2020.

KISH, L. **Statistical design for research**. Nova York: Wiley, 1987.

KLEPEIS, N.E.; NELSON, W.C.; OTT, W.R.; ROBINSON, J.P.; TSANG, A.M.; SWITZER, P.; BEHAR, J.V.; HERN, S.C.; ENGELMANN. The National Human Activity Pattern Survey (NHAPS): a resource for assessing exposure to environmental pollutants. **Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology**, n.11, p. 231-252, 2001. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/252988142_The_National_Human_Activity_Pattern_Survey_NHAPS_A_Resource_for_Assessing_Exposure_to_Environmental_Pollutants. Acesso em: 29 out. 2020.

KOBAYASHI, K.; KAUFMAN, A. J.; GRIFFIS J.; MCCONNELL J. **Using Houseplants to Clean Indoor Air**. University of Hawai'i at Mānoa, Honolulu, Hawaii, 2007. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/29737674>>. Acesso em: 20 jun. 2020.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K. **Arquitetura escolar: o projeto do ambiente de ensino**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

KÖHLER, Manfred. Green facades, a view back and some visions. **Urban Ecosyst**, n. 11, p. 423-436, 2008. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11252-008-0063-x>. Acesso em: 12 out. 2020.

LABORATÓRIO DE PSICOLOGIA AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA. O que é Psicologia Ambiental? Departamento de Psicologia – Universidade de Brasília, 2016. Disponível em: <https://psiambiental.org/>. Acesso em: 20 fev. 2019.

LANDLAB. Wallgreen. Porto, 2016. Disponível em: <http://www.landlab.pt/pt/produto/wallgreen>. Acesso em 11 fev. 2020.

LEENHARDT, Jacques (org.). **Nos jardins de Burle Marx**. São Paulo: Perspectiva, 1994.

LOHR, V. I.; PEARSON-MIMS, C. H.; GOODWIN, G. K. Interior plants may improve worker productivity and reduce stress in a windowless environment. **Journal of Environmental Horticulture**, v. 14, n. 2, p. 97–100, 1996. Disponível em: <https://meridian.allenpress.com/jeh/article/14/2/97/79431/Interior-Plants-May-Improve-Worker-Productivity>. Acesso em: 29 out. 2020.

LORENZI, H. **Plantas para jardim no Brasil: herbáceas, arbustivas trepadeiras**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2015.

MANGONE, G. KURVERS, S.R.; LUSCUERE, P.G. Constructing thermal comfort: investigating the effect of vegetation on indoor thermal comfort through a four season thermal comfort quasi-experiment. **Build Environ**, v. 81, p. 410–426, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132314002431>. Acesso em 8 abril 2020.

MANSO, M.; CASTRO-GOMES, J. Green wall systems: A review of their characteristics. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 41, p. 863-871, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032114006637?via%3Di> hub. Acesso em: 29 out. 2020.

MCFARLING, L.H; HEIMSTRA, N.W. **Psicologia ambiental**. São Paulo: EPU/Edusp, 1978.

MESQUITA, M.S.; ARAÚJO, F.M. Diagnóstico da qualidade do ar interno das edificações do campus da Unifor. **Revista Tecnologia**, Fortaleza, v. 27, n. 2, p. 163-170, dez. 2006. Disponível em: <https://periodicos.unifor.br/tec/article/view/78>. Acesso em: 29 out. 2020.

MONTACCHINI, E; TEDESCO, S; RONDINONE, T. Greenery for a university campus: does it affect indoor environmental quality and user well-being? **Energy Procedia**, v. 122, p. 289- 294, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610217329272?via%3Di>hub. Acesso em: 28 out. 2020.

MORELLI, M. R. S. **Jardins sustentáveis**: Princípios e técnicas de sustentabilidade aplicáveis a projetos de jardins. Porto Alegre: Rígel & LivrosBrasil, 2012.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria de Agricultura. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/281339646_Clima_do_Rio_Grande_do_Sul . Acesso em: 16 mar. 2018.

MORRELLI, D. D. O. **Desempenho de paredes verdes como estratégia bioclimática**. 2016. Tese (doutorado em Arquitetura, Tecnologia e Cidade) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.

MOYA, T. A.; DOBBELSTEEN, A.; OTTLELE, M.; BLUYSSSEN, P.M. A review of green systems within the indoor environment. **Indoor and Built Environment**, v. 28, n. 3, p. 298–309, 2019. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1420326X18783042>. Acesso em: 29 out. 2020.

NIEUWNHUIS, M., KNIGHT, C., POSTMES, T.; HASLAM, S. A. The relative benefits of green versus lean office space: Three field experiments. **Journal of Experimental Psychology: Applied**, v. 20, n.3, p. 199–214, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1037/xap0000024>. Acesso em: 15 jan. 2020.

OKAMOTO, J. **Percepção ambiental e comportamento**: visão holística da percepção ambiental na arquitetura e na comunicação. São Paulo: Mackenzi, 2002.

O'BRIEN, B.C. Xeriscaping: Sources of new native ornamental plants. *In*: JANICK, J., **Progress in new crops**. Arlington, VA: ASHS Press, 1996. Disponível em:

<https://hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1996/V3-536.html>. Acesso em: 20 out. 2020.

PATRO, R. Clorofito: Chlorophytum comosum. **Jardineiro.net**, 2013. Disponível em: <https://www.jardineiro.net/plantas/clorofito-chlorophytum-comosum.html>. Acesso em: 29 out. 2020.

PATRO, R. Grama-amendoim: Arachis repens. **Jardineiro.net**, 2015. Disponível em: <https://www.jardineiro.net/plantas/clorofito-chlorophytum-comosum.html>. Acesso em: 29 out. 2020.

PECK, S. W.; CALLAGHAN, C.; KUHN, M.E.; BASS, B. **Greenbacks from green roofs**: forging a new industry in Canada. Peck and associates, Canadian Mortgage and Housing Corporation Research Report, 1999. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.196.7020&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 25 mar. 2020.

PÉREZ, G.; RINCÓN, L.; VILA, A.; GOZÁLEZ, J.M.; CABEZA, L.F. Green vertical systems for buildings as passive systems for energy savings. **Applied Energy**, v. 88, n. 12, p. 4854-4859, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2011.06.032> . Acesso em 20 out. 2020.

PÉREZ, I. L.; SÁNCHEZ, V. S. **Todas las Plantas de Interior**: guía completa comentada. Madri: Ágata, 1997.

PILON-SMITS, E. Phytoremediation. **Annual Review of Plant Biology**, v. 56, p.15–39, 2005. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.arplant.56.032604.144214>. Acesso em: 28 out. 2020.

PILOTTO, J. M. C. **Áreas verdes para a qualidade do ambiente de trabalho**: uma questão eco-ergonômica. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/77323>. Acesso em: 24 jun. 2020.

PINHEIRO, J.Q.; GÜNTHER, H. **Métodos de Pesquisa nos Estudos Pessoa-Ambiente**. São Paulo: Caso Psicólogo, 2008.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA MARIA. Mapa da Divisão Urbana do Município. Disponível em: <https://www.santamaria.rs.gov.br/?secao=downloads>. Acesso em: 12 jul. 2020.

UFSM. Universidade Federal de Santa Maria. Pró-Reitoria de Infraestrutura. Coordenadoria de Obras e Planejamento Ambiental e Urbano. Planta Parcial do Campus. Santa Maria, 2017.

QIN, J.; SUN, C.; ZHOU, X.; LENG, H.; LIAN, Z. The effect of indoor plants on human comfort. **Indoor Built Environ**, v. 23, p. 709–723, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/274476416_The_effect_of_indoor_plants_on_human_comfort. Acesso em 06 mar. 2020.

RIBEIRO, L. R.; SCHERER, M. J.; RODRIGUES, M. A. Feltro automotivo: Uma solução sustentável e acessível para produção de módulos de jardim vertical. *In*: 8º Fórum Internacional Ecoinnovar, 2019, Santa Maria. **Anais [...]**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2019. Disponível em: http://ecoinovar.submissao.com.br/8ecoinovar/anais/resumo.php?cod_trabalho=387. Acesso em: 15 jun. 2020.

ROOTS NURSERY. **The Search for the Spider Plant: Different Types**. Disponível em: <https://rootsnursery.com/different-types-spider-plant/>. Acesso em: 15 jan. 2020.

SHARP, R.; SABLE, J.; BERTRAM, F.; MOHAN, E.; PECK, S. Introduction to Green Walls: technology, benefits & design. **Green Roofs for Healty Cities**, 2008. Disponível em: https://greenscreen.com/docs/Education/greenscreen_Introduction%20to%20Green%20Walls.pdf . Acesso em: 25 mar. 2019.

SIGMA JR. **Relatório de Consultoria Estatística**. Santa Maria, 2020.

SIREESHA, N. L. Correlation amongst Indoor Air Quality, Ventilation and Carbon Dioxide. **Journal of Scientific Research**, v. 9, n. 2, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/316312997_Correlation_amongst_Indoor_Air_Quality_Ventilation_and_Carbon_Dioxide. Acesso em: 29 out. 2020.

SOREANU, G., DIXON, M.; DARLINGTON A. Botanical biofiltration of indoor gaseous pollutants: a mini-review. **Chemical Engineering Journal**, v. 229, p. 585-594, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2013.06.074>. Acesso em: 28 out. 2020.

STUMPF, E. R.T. De repente, a beleza! *In*: STUMPF, E.R.T; BARBIERI, R. L.; HEIDEN, G. **Cores e formas no Bioma Pampa**: plantas ornamentais nativas. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. Disponível em: http://www.fzb.rs.gov.br/upload/20160607121021rsbiodiversidade_livro_ornamentais.pdf. Acesso em 15 fev. 2020.

STYLEPARK AG. Hotel Athanaeum. Disponível em: <https://www.stylepark.com/en/patrick-blanc-vertical-garden/hotel-athanaeum-london>. Acesso em: 15 fev. 2019.

SUSTENTARQUI. 10 Incríveis jardins verticais em escritórios. Disponível em: <https://sustentarqui.com.br/jardins-verticais-em-escritorios/>. Acesso em 20 out. 2020.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TWISDESIFTER. Disponível em:

https://twistedgifter.files.wordpress.com/2011/10/caixa_forum_madrid_5.jpg?w=800&h=620. Acesso em: 15 fev. 2019.

VALLADARES, F.; ARANDA, I.; SÁNCHEZ-GÓMEZ, D. La luz como factor ecológico y evolutivo para las plantas y su interacción con el agua. *In*:

VALLADARES, F. **Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante.**

Ministerio de Medio Ambiente. Madrid: EGRAF, 2004. p. 335-369. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/233560360_La_luz_como_factor_ecologico_y_evolutivo_para_las_plantas_y_su_interaccion_con_el_agua/link/00b7d52d55c50bba4e000000/download. Acesso em: 10 maio 2020.

VASCONCELOS, C.F.; VILLAROUCO, V.; SOARES, M.M. Contribuição da Psicologia ambiental na análise ergonômica do ambiente construído. **Ação Ergonômica**, v. 5, n.3, p. 14-20, 2010. Disponível em:

<http://www.abergo.org.br/revista/index.php/ae/article/view/92/89>. Acesso em: jul. 2020.

VERTIGARDEN. Manual do Curso de Capacitação: Linha Home Light, 2019.

VERTICAL GARDEN. **Guia Definitivo do Jardim Vertical:** Modelos de jardins verticais. Disponível em: <https://materiais.verticalgarden.com.br/ebook-jardins-verticais-rd>. Acesso em: 20 de outubro de 2020.

VERTICALGARDEN. Patrick Blanc: Conheça o pioneiro em Jardins Verticais.

Verticalgarden, 2019. Disponível em:

<https://www.verticalgarden.com.br/post/patrick-blanc-conhe%C3%A7a-o-pioneiro-em-jardins-verticais>. Acesso em: 20 maio 2019.

VERTICAL GARDEN PATRICK BLANC. Mur Végétal, Cité des Sciences et de l'Industrie, Paris, 1986. Disponível em:

<https://www.verticalgardenpatrickblanc.com/patrick-blanc/dates-clefs>. Acesso em: 15 maio 2019.

VILLAROUCO, Vilma. Construindo uma Metodologia de Avaliação Ergonômica do Ambiente. *In*: 14º Congresso Brasileiro de Ergonomia, 2008, Porto Seguro. **[Anais]**... Porto Seguro: ABERGO, 2008.

WHYTE, A. V. T. **La perception de l'environnement: lignes directrices**

méthodologiques pour les études sur le terrain. 7. ed. Paris: UNESCO, 1978.

WILLES, J. A. **Tecnologias em telhados verdes extensivos:** meios de sultura, caracterização hidrológica e sustentabilidade do sistema. 2014. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014. Disponível em:

<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-03122014-171411/pt-br.php>. Acesso em: 29 out. 2020.

WOLVERTON, B.C. **How to grow fresh air**: 50 houseplants that purify your home or office. New York: Penguin Putnam Inc., 1997.

WOLVERTON, B.C.; WOLVERTON, J.D. Plants and soil microorganisms: removal of formaldehyde, xylene, and ammonia from the indoor environment. **Journal of the Mississippi Academy of Sciences**, 1993. Disponível em: <http://www.wolvertonenvironmental.com/MsAcad-93.pdf>. Acesso em: 18 out. 2020.

WOLVERTON, B.C.; MCDONALD, R.C.; WATKINS, E.A.; JR. WATKINS, E.A. Foliage Plants for Removing Indoor Air Pollutants from Energy-Efficient Homes. **Economic Botany**, v. 38, n. 2, p. 224-228, 1984. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/4254614>. Acesso em: 16 jan. 2020.

WOLVERTON, B.C.; JOHNSON A; BOUNDS K. **Interior landscape plants for indoor air pollution abatement**. Mississippi: National Aeronautics and Space Administration (NASA), 1989. Disponível em: <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19930073077.pdf>. Acesso em: out. 2019.

YAREMKO; R.M.; HARARI, H.; HARRISON, R.C.; LYNN, E. **Handbook of research and quantitative methods in psychology**: for students and professionals. Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey, 1986. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=en&lr=&id=rKX2It10DLIC&oi=fnd&pg=PR7&dq=YAREMKO+et+al+\(1986\)&ots=cXfIGJL9eb&sig=z_M35iJRjl-HpwWX5xn0jOPHhjs#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=en&lr=&id=rKX2It10DLIC&oi=fnd&pg=PR7&dq=YAREMKO+et+al+(1986)&ots=cXfIGJL9eb&sig=z_M35iJRjl-HpwWX5xn0jOPHhjs#v=onepage&q&f=false). Acesso em: 16 jun. 2020.

YARN, K.F., YU, K.C; HUANG, J.H.; LUO, W.J.; WU, P.C. Utilizing a Vertical Garden to Reduce Indoor Carbon Dioxide in an Indoor Environment. **Wulfenia Journal**, v. 20, n.10, p.180-194, 2013.








YU, K.C; YU J.M.; LAI, S.M. Numerical simulation and construction of using indoor plants to improve indoor air quality. **International Journal of the Physical Sciences**, v. 6, n.33, p. 7604 - 7613, 2011.

ZURIK. Disponível em: https://www.stadt-zuerich.ch/ted/de/index/gsz/natur-_und_erlebnisraeume/park-_und_gruenanlagen/mfo-park.html. Acesso em: 26 fev. 2019.

APÊNDICE A – PLANTAS PARA JARDINS VERTICAIS

Quadro 10 – Plantas para jardins verticais

(continua)

Nome Popular	Nome Científico	Imagem	Luminosidade	Necessidade Hídrica	Clima	Floração
Alocásia-amazônica	<i><u>Alocasiax amazonica</u></i>		Meia-sombra Sombra	Média	Quente Ameno	Pouco expressiva
Areca-bambu	<i><u>Dypsis lutescens</u></i>		Sol pleno Meia-sombra Sombra	Média	Quente Ameno	Pouco expressiva
Aspargo-alfinete	<i><u>Asparagus sprengeri</u></i>		Sol pleno Meia-sombra	Média Baixa	Quente Ameno Frio	Pouco expressiva
Aspargo-rabo-de-gato	<i><u>Asparagus densiflorus</u></i>		Sol pleno Meia-sombra	Alta Média	Quente Ameno	Pouco expressiva
Asplênio-crespo	<i><u>Asplenium scolopendrium</u></i>		Meia-sombra Sombra	Alta	Quente Ameno	Pouco expressiva
Asplênio-gigante	<i><u>Asplenium nidus</u></i>		Meia-sombra Sombra	Alta	Quente Ameno	Pouco expressiva
Barda-de-serpente	<i><u>Eragrostic curvula</u></i>		Sol pleno Meia-sombra	Média	Quente Ameno Frio	Pouco expressiva

(continua)

Nome Popular	Nome Científico	Imagem	Luminosidade	Necessidade Hídrica	Clima	Floração
Batata-amarela	<i>Ipomea batata</i>		Sol pleno Meia-sombra Sombra	Média	Quente Ameno	Pouco expressiva
Batata-roxa	<i>Ipomea batata</i>		Sol pleno Meia-sombra	Média	Quente Ameno	Pouco expressiva
Boméia-rosa	<i>Cryotantus bivittatus</i>		Meia-sombra Sombra	Média	Quente Ameno	Pouco expressiva
Boméia-tricolor	<i>Neoregelia ssp.</i>		Meia-sombra Sombra	Média	Quente Ameno	Pouco expressiva
Calatea	<i>Calathea tigrina</i>		Meia-sombra Sombra	Média	Quente Ameno	Pouco expressiva
Calatea-pavão	<i>Calathea makoyana</i>		Meia-sombra Sombra	Alta	Quente Ameno	Pouco expressiva
Clorofito de sombra	<i>Chlorophytum comosum</i>		Meia-sombra Sombra	Média	Quente Ameno Frio	Pouco expressiva
Clúsia	<i>Clusia fluminensis</i>		Sol pleno Meia-sombra	Média Baixa	Quente Ameno	Pouco expressiva

(continua)

Nome Popular	Nome Científico	Imagem	Luminosidade	Necessidade Hídrica	Clima	Floração
Clúsia variegata	<u><i>Clusia variegata</i></u>		Sol pleno Meia-sombra	Média Baixa	Quente Ameno	Pouco expressiva
Coleus	<u><i>Solenostemon scutellarioides</i></u>		Sol pleno Meia-sombra Sombra	Média	Quente Ameno	Pouco expressiva
Comigo-ninguém-pode	<u><i>Dieffenbachia amoena</i></u>		Meia-sombra Sombra	Média	Quente Ameno	Pouco expressiva
Costela-de-Adão	<u><i>Monstera deliciosa</i></u>		Meia-sombra Sombra	Média	Quente Ameno	Pouco expressiva
Curculigo	<u><i>Curculigo capitulata</i></u>		Meia-sombra Sombra	Média	Quente Ameno Frio	Pouco expressiva
Dinheiro-em-penca	<u><i>Callisia repens</i></u>		Sol pleno Meia-sombra	Alta	Quente Ameno	Pouco expressiva
Dolar-de-sombra	<u><i>Pilea nummularifolia</i></u>		Meia-sombra Sombra	Alta Média	Quente Ameno	Pouco expressiva
Dracena-tricolor	<u><i>Dracaena marginata</i></u>		Meia-sombra Sombra	Alta Média	Quente Ameno	Pouco expressiva











(continua)

Nome Popular	Nome Científico	Imagem	Luminosidade	Necessidade Hídrica	Clima	Floração
Espada-de-São-Jorge	<i><u>Sansevieria trifasciata</u></i>		Sol pleno Meia-sombra Sombra	Baixa	Quente Ameno	Pouco expressiva
Xanadu	<i><u>Philodendron xanadu</u></i>		Meia-sombra Sombra	Média	Quente Ameno	Pouco expressiva
Guaimbé	<i><u>Philodendron bipinnatifidum</u></i>		Sol pleno Meia-sombra	Média	Quente Ameno Frio	Pouco expressiva
Hera-inglesa	<i><u>Hedera helix</u></i>		Sol pleno Meia-sombra	Média	Quente Ameno Frio	Pouco expressiva
Inhame-preto	<i><u>Colocasia esculenta</u> var. <u>aquatilis</u></i>		Sol pleno Meia-sombra	Alta	Quente Ameno	Pouco expressiva
Iresine	<i><u>Iresine herbstii</u></i>		Sol pleno Meia-sombra	Média	Quente Ameno	Pouco expressiva
Jiboia-amarela	<i><u>Epipremnum aureum</u></i>		Meia-sombra	Média	Quente Ameno	Pouco expressiva
Jiboia-variegata	<i><u>Epipremnum pinanatum</u></i>		Meia-sombra Sombra	Média	Quente Ameno	Pouco expressiva

(continua)

Nome Popular	Nome Científico	Imagem	Luminosidade	Necessidade Hídrica	Clima	Floração
Jiboia-verde	<i><u>Epipremnum aureum</u></i>		Meia-sombra Sombra	Média	Quente Ameno	Pouco expressiva
Lambari-de-sol	<i><u>Tradescantia zebrina</u></i> <i><u>var. purpusii</u></i>		Sol pleno Meia-sombra	Alta	Quente Ameno Frio	Pouco expressiva
Lambari-de-sombra	<i><u>Tradescantia zebrina</u></i>		Meia-sombra Sombra	Alta	Quente Ameno Frio	Pouco expressiva
Maranta-cascavel	<i><u>Calathea lancifolia</u></i>		Meia-sombra Sombra	Alta Média	Quente Ameno	Pouco expressiva
Mini-abacaxi-roxo	<i><u>Tradescantia spathacea</u></i>		Sol pleno Meia-sombra	Alta	Quente Ameno	Pouco expressiva
Mini-monstera	<i><u>Monstera adonsonii</u></i>		Meia-sombra Sombra	Média Baixa	Quente Ameno	Pouco expressiva
Mini-monstera	<i><u>Rhaphidophora tetrasperma</u></i>		Meia-sombra Sombra	Média Baixa	Quente Ameno	Pouco expressiva
Pacová	<i><u>Philodendron martianum</u></i>		Meia-sombra Sombra	Média	Quente	Pouco expressiva
Palmeira-cameodórea	<i><u>Chamaedorea elegans</u></i>		Meia-sombra Sombra	Média	Quente Ameno	Pouco expressiva

(continua)

Nome Popular	Nome Científico	Imagem	Luminosidade	Necessidade Hídrica	Clima	Floração
Palmeira-ráfis	<i>Rhapis excelsa</i>		Meia-sombra Sombra	Média	Quente Ameno	Pouco expressiva
Peperômia-filodendro	<i>Peperomia scandens</i>		Meia-sombra Sombra	Média	Quente Ameno	Pouco expressiva
Peperômia-melancia	<i>Peperomia sandresii</i>		Meia-sombra Sombra	Média	Quente Ameno	Pouco expressiva
Peperômia roxa	<i>Peperomia clusifolia</i>		Meia-sombra	Média	Quente Ameno	Pouco expressiva
Peperômia-tricolor	<i>Peperomia obtusifolia</i>		Meia-sombra	Média	Quente Ameno	Pouco expressiva
Peperômia-variegata	<i>Peperomia obtusifolia</i>		Meia-sombra	Média	Quente Ameno	Pouco expressiva
Peperômia-verde	<i>Peperomia obtusifolia</i>		Meia-sombra	Média	Quente Ameno	Pouco expressiva
Pleomele-variegata	<i>Dracaena reflexa</i>		Sol pleno Meia-sombra Sombra	Média Baixa	Quente Ameno	Pouco expressiva
Samambaia-amazônica	<i>Polypodium aureum</i>		Meia-sombra	Alta	Quente Ameno Frio	Não possui floração
Samambaia-americana	<i>Nephrolepis exaltata</i>		Sol pleno Meia-sombra	Alta	Quente Ameno Frio	Não possui floração

Fonte: Copilado de CAMARGO *et al.*, 2019.

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO APLICÁVEL AOS ALUNOS

QUESTIONÁRIO ALUNOS

Nº _____

Este questionário tem o intuito de investigar a percepção ambiental de estudantes em relação a sala de aula D2 do Colégio Politécnico da UFSM. Esta ferramenta faz parte da investigação inicial da pesquisa de mestrado da aluna Luciana Ribeiro, no Curso de Pós-Graduação em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo da Universidade Federal de Santa Maria.

Instrução: Todos os campos devem ser devidamente preenchidos.

Questionário Sociodemográfico

1	Sexo	1. () Feminino 2. () Masculino
2	Idade	_____

Questionário sobre Percepção Ambiental

3	Você prefere...	1. () Ambientes fechados 2. () Ambientes ao ar livre
4	Gosta de plantas?	1. () Sim 2. () Não
5	Possui plantas dentro de casa?	1. () Sim 2. () Não

Questionário sobre Conforto Ambiental na Sala de Aula

6	Descreva com 3 palavras este ambiente (sala de aula)	1. _____ 2. _____ 3. _____
7	Em médias, quantas horas do seu dia você permanece neste local? Marcar apenas uma das alternativas.	1. () 2 ou menos 2. () 3 a 4 horas 3. () 4 a 5 horas 4. () 6 ou mais
8	Quantos dias na semana você frequenta esta sala de aula? Marcar apenas uma das alternativas.	1. () 2 ou menos 2. () 3 a 4 dias 3. () 4 a 5 dias 4. () 6 dias
9	Como você descreveria a qualidade do ar, ao entrar neste local a primeira hora do dia? Marcar apenas uma das alternativas.	1. () adequado 2. () parado (pouca ventilação) 3. () pesado 4. () abafado (viciado)
10	Como você descreveria a qualidade do ar neste local, neste momento? Marcar apenas uma das alternativas.	1. () adequado 2. () parado (pouca ventilação) 3. () pesado 4. () abafado (viciado)
11	Como você descreveria a sensação térmica ao entrar neste local a primeira hora do dia? Marcar apenas uma das alternativas.	1. () fria 2. () resfriada 3. () levemente fria 4. () adequada (neutra) 5. () levemente morna 6. () morna 7. () quente

12	<p>Como você descreveria a sensação térmica neste local, neste momento?</p> <p>Marcar apenas uma das alternativas.</p>	<p>1. () fria 2. () resfriada 3. () levemente fria 4. () adequada (neutra) 5. () levemente morna 6. () morna 7. () quente</p>																				
13	<p>Você fica frequentemente incomodado (a) nesse local com correntes de ar?</p>	<p>1. () Sim 2. () Não</p>																				
14	<p>Você fica frequentemente incomodado (a) com o cheiro/odor deste local?</p>	<p>1. () Sim 2. () Não</p>																				
	<p>Se SIM, qual a frequência que você sente esse cheiro?</p> <p>Marcar apenas uma das alternativas.</p>	<p>1. () raramente 2. () ocasionalmente 3. () frequentemente 4. () todo tempo</p>																				
	<p>Se SIM, qual (is) dos tipos abaixo descreve esse (s) cheiro(s)?</p> <p>Número de marcações livre.</p>	<p>1. () cigarro 2. () cheiro de queimado 3. () fumaça de carros 4. () mofo 5. () produtos químicos 6. () algum solvente 7. () esgoto 8. () cheiro de óleo 9. () odores humanos (corporais) 10. () tinta 11. () cimento 12. () cheiro de sistema de ar-condicionado</p>																				
15	<p>Você tem história de alergias?</p>	<p>1. () Sim 2. () Não</p>																				
	<p>Se SIM, o tipo de alergia é:</p> <p>Número de marcações livre.</p>	<p>1. () respiratória 2. () pele 3. () alimentos e/ou medicamentos 4. () ocular</p>																				
	<p>Se SIM, onde sua alergia piora?</p> <p>Marcar apenas uma das alternativas.</p>	<p>1. () casa 2. () trabalho 3. () rua 4. () neste ambiente</p>																				
16	<p>Qual (is) dos seguintes itens abaixo que você sofre e que você acha que pode estar relacionado a sala de aula? Número de marcações livre.</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>1. () nenhum</td> <td>6. () cansaço</td> <td>11. () fraqueza</td> <td>16. () dificuldade de respirar</td> </tr> <tr> <td>2. () secura nos olhos</td> <td>7. () espirros</td> <td>12. () lacrimejamento</td> <td>17. () problemas no estômago</td> </tr> <tr> <td>3. () náusea</td> <td>8. () coriza</td> <td>13. () nariz entupido</td> <td>18. () visão embaçada</td> </tr> <tr> <td>4. () dor de garganta</td> <td>9. () asma</td> <td>14. () tontura</td> <td>19. () garganta seca</td> </tr> <tr> <td>5. () coceira nos olhos</td> <td>10. () tosse</td> <td>15. () irritação na pele</td> <td>20. () dor de cabeça</td> </tr> </table>		1. () nenhum	6. () cansaço	11. () fraqueza	16. () dificuldade de respirar	2. () secura nos olhos	7. () espirros	12. () lacrimejamento	17. () problemas no estômago	3. () náusea	8. () coriza	13. () nariz entupido	18. () visão embaçada	4. () dor de garganta	9. () asma	14. () tontura	19. () garganta seca	5. () coceira nos olhos	10. () tosse	15. () irritação na pele	20. () dor de cabeça
1. () nenhum	6. () cansaço	11. () fraqueza	16. () dificuldade de respirar																			
2. () secura nos olhos	7. () espirros	12. () lacrimejamento	17. () problemas no estômago																			
3. () náusea	8. () coriza	13. () nariz entupido	18. () visão embaçada																			
4. () dor de garganta	9. () asma	14. () tontura	19. () garganta seca																			
5. () coceira nos olhos	10. () tosse	15. () irritação na pele	20. () dor de cabeça																			
17	<p>Você considera este local bem iluminado? Marcar apenas uma das alternativas.</p>																					
	<p>1. () Sim</p>	<p>2. () Não</p>																				
	<p>Se sim, por que? Número de marcações livre.</p>	<p>Se não, por que? Número de marcações livre.</p>																				

	1. () boa iluminação natural 2. () boa iluminação artificial	1. () pouca iluminação natural 2. () pouca iluminação artificial 3. () muita iluminação natural 4. () muita iluminação artificial
18	Você considera este local agradável visualmente? Marcar apenas uma das alternativas.	
	Se sim, por que? Número de marcações livre.	Se não, por que? Número de marcações livre.
	1. () organizado 2. () limpo 3. () cores das paredes e do teto adequadas 4. () mobiliários adequados 5. () cores dos mobiliários adequadas 6. () boa visibilidade do quadro e/ ou projeção 7. () iluminação adequada 8. () disposição adequada do mobiliário 9. () objetos expostos nas paredes adequados	1. () bagunçado 2. () sujo 3. () cores das paredes e do teto inadequadas 4. () mobiliários inadequados 5. () cores dos mobiliários inadequadas 6. () pouca visibilidade do quadro e/ ou projeção 7. () iluminação inadequada 8. () disposição inadequada do mobiliário 9. () objetos expostos nas paredes inadequados
19	De modo geral, você se sente confortável neste local?	1. () Sim 2. () Não
20	Você sente-se disperso em sala de aula?	1. () Sim, frequentemente 2. () Sim, eventualmente 3. () Sim, raramente 4. () Não
	Se SIM, como o que? Número de marcações livre.	
	1. () sensação térmica inadequada 2. () odores externos 3. () odores internos	4. () barulho externo 5. () janelas 6. () barulho interno (conversas e/ou equipamentos) 7. () aparelhos eletrônicos 8. () objetos expostos nas paredes
21	O que mais atrai sua atenção visualmente no ambiente? Marcar apenas uma das alternativas.	1. () Quadro e/ ou projeção 2. () Professor (es) 3. () Paredes 4. () Janelas
22	Além do citado acima o que também atrai sua atenção visualmente na sala? Marcar apenas uma das alternativas.	1. () Quadro e/ ou projeção 2. () Professor (es) 3. () Paredes 4. () Janelas

APÊNDICE C – TESTE DE PREFERÊNCIA APLICADO AOS ALUNOS

TESTE DE PREFERÊNCIA

Nº _____

Data: 28/11/19

Este teste tem o intuito de analisar e avaliar a preferência de estudantes em relação a sala de aula D2 do Colégio Politécnico da UFSM com a inserção de jardins verticais. Esta ferramenta faz parte da investigação da pesquisa de mestrado da aluna Luciana Ribeiro, no Curso de Pós-Graduação em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo da Universidade Federal de Santa Maria.

Entre as imagens apresentadas a seguir qual representa sua preferência em relação ao ambiente escolar?



() sem vegetação



() jardim vertical 1



() jardim vertical 2

APÊNDICE D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

1

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do estudo: Jardins verticais no ambiente escolar: estudo de caso sobre os benefícios para percepção ambiental e qualidade do ar interior.

Pesquisador responsável: Minéia Johann Scherer

Mestranda: Luciana Rocha Ribeiro

Instituição/Departamento: Universidade Federal de Santa Maria, Campus Cachoeira do Sul (UFSM-CS) / Coordenadoria Acadêmica / Programa de Pós-graduação em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo (PPGAUP)

Telefone e endereço postal completo: (55) 3220-8619. UFSM. Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, localizada no prédio 08 (INPE), sala 2058, 97105-900 - Santa Maria - RS.

Local da coleta de dados: Colégio Politécnico da UFSM, Av. Roraima, nº 1000, Campus UFSM, Prédio 70. Bloco D – Sala D2. Bairro Camobi - Santa Maria - RS.

Eu, Minéia Johann Scherer, responsável pela pesquisa "Jardins verticais no ambiente escolar: estudo de caso sobre os benefícios para percepção ambiental e qualidade do ar interior", juntamente com a mestranda Luciana Rocha Ribeiro, participante desta pesquisa, o convidamos a participar como voluntário deste estudo.

Esta pesquisa pretende contribuir para a viabilização e divulgação do uso de jardins verticais através de seus benefícios relacionados a qualidade do ambiente interno escolar, com foco nas contribuições positivas do uso desta estratégia no ambiente da sala de aula da 3ª série do ensino médio do Colégio Politécnico da UFSM, localizado no bairro Camobi de Santa Maria, RS. Acreditamos que ela seja importante pois trata do estudo da melhoria da qualidade do ambiente escolar interno. Sua participação constará de entrevistado (a) voluntário (a). A demanda é responder a questionários que serão aplicados no ambiente de sala de aula, durante o horário de permanência do aluno no ambiente de sala de aula, em dias e horários sugeridos pela pesquisadora e aprovados pelos responsáveis da instituição. A pesquisadora irá ler as perguntas e as respostas, e você responderá individualmente as questões. O

preenchimento do questionário pode ser realizado pela pesquisadora. As respostas são em maioria, de marcar, ou seja, você terá apenas que escolher entre as opções de respostas dadas. Algumas delas você deve justificar o porquê da escolha da resposta.

É possível que aconteçam os seguintes desconfortos ou riscos ao responder as questões: cansaço, constrangimento ou estresse. Para evitar a ocorrência desse tipo de desconforto, fica garantida a possibilidade de suspender a entrevista, de não aceitar participar ou de retirar sua permissão a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo pela sua decisão. Os benefícios que esperamos como estudo são contribuir para a viabilização e divulgação do uso de jardins verticais através de seus benefícios relacionados a qualidade do ambiente interno, com foco nas contribuições positivas do uso desta estratégia no ambiente de sala de aula. Parte-se da hipótese de que os principais benefícios oferecidos pelos jardins verticais em ambientes internos sejam a melhoria dos elementos do ambiente, principalmente das variáveis de qualidade do ar e de bem-estar.

Durante todo o período da pesquisa você terá a possibilidade de tirar qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento. Para isso, entre em contato com algum dos pesquisadores ou com o Comitê de Ética em Pesquisa.

Você tem garantida a possibilidade de não aceitar participar ou de retirar sua permissão a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo pela sua decisão.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e poderão ser divulgadas, apenas, em eventos ou publicações, sem a identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação. Também serão utilizadas imagens.

Os gastos necessários para a sua participação na pesquisa serão assumidos pelos pesquisadores. Fica, também, garantida indenização em casos de danos comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa.

Autorização

Eu, _____, após a leitura ou a escuta da leitura deste documento e ter tido a oportunidade de conversar com o pesquisador

responsável, para esclarecer todas as minhas dúvidas, estou suficientemente informado, ficando claro para que minha participação é voluntária e que posso retirar este consentimento a qualquer momento sem penalidades ou perda de qualquer benefício. Estou ciente também dos objetivos da pesquisa, dos procedimentos aos quais serei submetido, dos possíveis danos ou riscos deles provenientes e da garantia de confidencialidade. Diante do exposto e de espontânea vontade, expresso minha concordância em participar deste estudo e assino este termo em duas vias, uma das quais foi-me entregue.

Santa Maria, RS, Brasil.

Assinatura do voluntário

Assinatura do responsável pela obtenção do TCLE

APÊNDICE E – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO RESPONSÁVEIS PELOS ALUNOS

1

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do estudo: Jardins verticais no ambiente escolar: estudo de caso sobre os benefícios para percepção ambiental e qualidade do ar interior.

Pesquisador responsável: Minéia Johann Scherer

Mestranda: Luciana Rocha Ribeiro

Instituição/Departamento: Universidade Federal de Santa Maria, Campus Cachoeira do Sul (UFSM-CS) / Coordenadoria Acadêmica / Programa de Pós-graduação em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo (PPGAUP)

Telefone e endereço postal completo: (55) 3220-8619. UFSM. Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, localizada no prédio 08 (INPE), sala 2058, 97105-900 - Santa Maria - RS.

Local da coleta de dados: Colégio Politécnico da UFSM, Av. Roraima, nº 1000, Campus UFSM, Prédio 70. Bloco D – Sala D2. Bairro Camobi - Santa Maria - RS.

Eu, Minéia Johann Scherer, responsável pela pesquisa “Jardins verticais no ambiente escolar: estudo de caso sobre os benefícios para percepção ambiental e qualidade do ar interior”, juntamente com a mestranda Luciana Rocha Ribeiro, participante desta pesquisa, convidamos seu filho (a) e/ou menor sob sua responsabilidade a participar como voluntário deste estudo.

Esta pesquisa pretende contribuir para a viabilização e divulgação do uso de jardins verticais através de seus benefícios relacionados a qualidade do ambiente interno escolar, com foco nas contribuições positivas do uso desta estratégia no ambiente da sala de aula D2 da 3ª série do ensino médio do Colégio Politécnico da UFSM, localizado no bairro Camobi de Santa Maria, RS. Acreditamos que ela seja importante pois trata do estudo da melhoria da qualidade do ambiente escolar interno. A participação do seu filho (a) e/ ou menor sob sua responsabilidade constará de entrevistado (a) voluntário (a). A demanda é responder a questionários que serão aplicados no ambiente de sala de aula, durante o horário de permanência do aluno no ambiente de sala de aula, em dias e horários sugeridos pela pesquisadora e

Comitê de Ética em Pesquisa da UFSM: Av. Roraima, 1000 - 97105-900 - Santa Maria - RS -
2º andar do prédio da Reitoria. Telefone: (55) 3220-9362 - E-mail: cep.ufsm@gmail.com.

aprovados pelos responsáveis da instituição. A pesquisadora irá ler as perguntas e as respostas, o aluno responderá individualmente as questões. O preenchimento do questionário pode ser realizado pela pesquisadora. As respostas são em maioria, de marcar, ou seja, ele terá apenas que escolher entre as opções de respostas dadas. Algumas delas ele deve justificar o porquê da escolha da resposta.

É possível que aconteçam os seguintes desconfortos ou riscos ao responder as questões: cansaço, constrangimento ou estresse. Para evitar a ocorrência desse tipo de desconforto, fica garantida a possibilidade de suspender a entrevista, de não aceitar participar ou de retirar sua permissão a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo pela sua decisão. Os benefícios que esperamos como estudo são contribuir para a viabilização e divulgação do uso de jardins verticais através de seus benefícios relacionados a qualidade do ambiente interno, com foco nas contribuições positivas do uso desta estratégia no ambiente de sala de aula. Parte-se da hipótese de que os principais benefícios oferecidos pelos jardins verticais em ambientes internos sejam a melhoria dos elementos do ambiente, principalmente das variáveis de qualidade do ar e de bem-estar.

Durante todo o período da pesquisa o aluno terá a possibilidade de tirar qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento. Para isso, entre em contato com algum dos pesquisadores ou com o Comitê de Ética em Pesquisa.

O aluno tem garantida a possibilidade de não aceitar participar ou de retirar sua permissão a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo pela sua decisão.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e poderão ser divulgadas, apenas, em eventos ou publicações, sem a identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação. Também serão utilizadas imagens.

Os gastos necessários para a sua participação na pesquisa serão assumidos pelos pesquisadores. Fica, também, garantida indenização em casos de danos comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa.

Autorização

Eu, _____, após a leitura ou a escuta da leitura deste documento e ter tido a oportunidade de conversar com o pesquisador responsável, para esclarecer todas as minhas dúvidas, estou suficientemente informado, ficando claro para que a participação de meu filho (a) e /ou menor sob minha responsabilidade é voluntária e que posso retirar este consentimento a qualquer momento sem penalidades ou perda de qualquer benefício. Estou ciente também dos objetivos da pesquisa, dos procedimentos aos quais meu filho (a) e /ou menor sob minha responsabilidade será submetido, dos possíveis danos ou riscos deles provenientes e da garantia de confidencialidade. Diante do exposto e de espontânea vontade, expresso minha concordância na participação meu filho (a) e /ou menor sob minha responsabilidade neste estudo e assino este termo em duas vias, uma das quais foi-me entregue.

Santa Maria, RS, Brasil.

Assinatura do responsável

Assinatura do responsável pela obtenção do TCLE

APÊNDICE F – ASSENTIMENTO DO MENOR

1

TERMO DE ASSENTIMENTO

Assentimento informado para participar da pesquisa: Jardins verticais no ambiente escolar: estudo de caso sobre os benefícios para percepção ambiental e qualidade do ar interior.

Nome da criança/adolescente:

Eu, Luciana Rocha Ribeiro, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura Urbanismo e Paisagismo da Universidade Federal de Santa Maria, juntamente com a pesquisadora Minéia Johann Scherer, responsável pela orientação da pesquisa, estamos realizando um estudo sobre o uso de jardins verticais e seus benefícios relacionados a qualidade do ambiente interno escolar, com foco nas contribuições positivas do uso desta estratégia no ambiente de sala de aula D2 da 3ª série do ensino médio do Colégio Politécnico da UFSM, localizado no bairro Camobi de Santa Maria, RS. Assim sendo, gostaríamos de lhe convidar a participar como voluntário deste estudo. Mesmo já tendo a autorização dos seus pais, se você não quiser, não precisa participar. Você pode também conversar com outras pessoas antes de decidir participar ou não.

Esta pesquisa tem como objetivo contribuir para a viabilização e divulgação do uso de jardins verticais através de seus benefícios relacionados a qualidade do ambiente interno, com foco nas contribuições positivas do uso desta estratégia no ambiente de sala de aula. Parte-se da hipótese de que os principais benefícios oferecidos pelos jardins verticais em ambientes internos sejam a melhoria dos elementos do ambiente, principalmente das variáveis de qualidade do ar e de bem-estar.

O público adolescente foi escolhido para participar da pesquisa, pois o estudo trata da melhoria da qualidade do ambiente de sala de aula, local frequentado diretamente pelo público alvo.

Sua participação é totalmente voluntária, ou seja, é você quem decide se quer ou não participar. Caso você opte por não participar, nada mudará em relação aos profissionais que o atendem. Caso você aceite participar, poderá desistir a qualquer momento, sem nenhum problema pela sua decisão.

Sua participação na pesquisa implicará em responder a questionários. A pesquisadora irá ler as perguntas e as respostas e você responderá. O preenchimento do questionário pode ser realizado pela pesquisadora. As respostas são em maioria, de marcar, ou seja, você terá apenas que escolher entre as opções de respostas dadas. Algumas delas você deve justificar o porquê da escolha da resposta.

É possível que aconteçam os seguintes desconfortos ou riscos ao responder as questões: cansaço, constrangimento ou estresse. Para evitar esse tipo de desconforto, você pode não aceitar participar ou desistir a qualquer momento, sem nenhum problema. Durante todo o período da pesquisa você terá a possibilidade de tirar qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento.

Os benefícios que esperamos com o estudo são contribuir para a viabilização e divulgação do uso de jardins verticais através de seus benefícios relacionados a qualidade do ambiente interno, com foco nas contribuições positivas do uso desta estratégia no ambiente de sala de aula. Parte-se da hipótese de que os principais benefícios oferecidos pelos jardins verticais em ambientes internos sejam a melhoria dos elementos do ambiente, principalmente das variáveis de qualidade do ar e de bem-estar. As informações desta pesquisa serão confidenciais. Não falaremos que você está na pesquisa com mais ninguém e seu nome não irá aparecer em nenhum lugar. Todas as informações coletadas serão mantidas em arquivo físico e digital, sob a responsabilidade da prof.^a Minéia Johann Scherer, por um período de cinco anos após o término da pesquisa. Após este período, os dados serão destruídos.

Depois que a pesquisa for concluída os resultados serão informados para você e seus pais, assim como poderão ser publicados em uma revista, livro, conferência, sem citar nenhum nome de participante dos questionários.

Ninguém ficará bravo ou desapontado com você se você não quiser participar do questionário. A escolha é sua. Você pode pensar nisto e falar depois se você quiser. Você pode dizer sim agora e mudar de ideia depois e tudo continuará bem.

Caso você tenha alguma dúvida ou queira conversar sobre a pesquisa pode entrar em contato com a pesquisadora (Luciana Ribeiro | (55) 99974-7132) ou com seus professores, amigos, tios, ou outra pessoa que você queira.

Essa pesquisa passou pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Santa Maria. Um comitê de ética em pesquisa em seres humanos é integrado por

Comitê de Ética em Pesquisa da UFSM: Av. Roraima, 1000 - 97105-900 - Santa Maria - RS -
2º andar do prédio da Reitoria. Telefone: (55) 3220-9362 - E-mail: cep.ufsm@gmail.com.

um grupo de pessoas que trabalham para garantir que seus direitos como participante de pesquisa sejam respeitados. Ele tem a obrigação de avaliar se a pesquisa foi planejada e se está sendo executada de forma ética. Se você entender que a pesquisa não está sendo realizada da forma como imaginou ou que está sendo prejudicado de alguma forma, você pode entrar em contato com o CEP da UFSM: Av. Roraima, 1000 - 97105-900 - Santa Maria - RS - 2º andar do prédio da Reitoria. Telefone: (55) 3220-9362 - E-mail: cep.ufsm@gmail.com. Caso prefira, você entrar em contato sem se identificar.

Este termo de assentimento deve ser assinado nas duas vias apresentadas. Uma delas ficará com você ou com a sua família, e a outra, ficará com a pesquisadora. Todas as páginas devem ser rubricadas e a última assinada.

Caso você seja portador de deficiência visual e não consiga assinar a documentação, o procedimento deve ser feito por um acompanhante ou responsável pela instituição onde a entrevista foi realizada.

Certificado do assentimento:

Eu entendi que a pesquisa é sobre uma avaliação do uso de jardins verticais na sala de aula D2 do Colégio Politécnico da UFSM, em Santa Maria, onde curso a 3ª série do ensino médio, considerando a percepção dos usuários e fatores físicos do ambiente. Também compreendi que fazer parte dessa pesquisa significa que irei responder a questionários. A pesquisadora irá ler as perguntas e as respostas e eu irei responder. O preenchimento do questionário pode ser realizado pela pesquisadora. Eu aceito participar dessa pesquisa.

Assinatura da criança ou adolescente:

Assinatura dos pais/responsáveis:

Assinatura do pesquisador:

Data:/...../.....

APÊNDICE G – TERMO DE CONFIDENCIALIDADE**TERMO DE CONFIDENCIALIDADE**

Título do estudo: Jardins verticais no ambiente escolar: estudo de caso sobre os benefícios para percepção ambiental e qualidade do ar interior.

Pesquisador responsável: Minéia Johann Scherer

Mestranda: Luciana Rocha Ribeiro

Instituição: Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

Telefone para contato: (55) 99644-9484

Local da coleta de dados: Local da coleta de dados: Colégio Politécnico da UFSM, Av. Roraima, n° 1000, Campus UFSM, Prédio 70. Bairro Camobi - Santa Maria - RS.

Os responsáveis pelo presente projeto se comprometem a preservar a confidencialidade dos dados dos participantes envolvidos no trabalho, que serão coletados por meio de questionários aplicados aos alunos e professores na 3ª série do ensino médio do Colégio Politécnico – UFSM. A aplicação se dará na sala de aula D2 do Colégio Politécnico da UFSM, Av. Roraima, n° 1000, Campus UFSM, Prédio 70. Bloco D. Bairro Camobi - Santa Maria - RS.

Informam, ainda, que estas informações serão utilizadas, única e exclusivamente, no decorrer da execução do presente projeto e que as mesmas somente serão divulgadas de forma anônima, bem como serão mantidas no seguinte local: Universidade Federal de Santa Maria, Avenida Roraima, 1000, na secretaria do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, localizada no prédio 08 (INPE), sala 2058, 97105-900 - Santa Maria – RS, por um período de cinco anos, sob a responsabilidade da prof.ª Minéia Johann Scherer. Após este período, os dados serão destruídos.

Este projeto de pesquisa foi revisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFSM em/...../....., com o número de registro Caae

Santa Maria, 31 de MAIO de 2019.

Minéia Johann Scherer

Minéia Johann Scherer, Dr.^a,
Mestranda do Magistério Superior
STAPE 2486935
- 2ª. Campus Cachoeira do Sul

APÊNDICE H – AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL



AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL

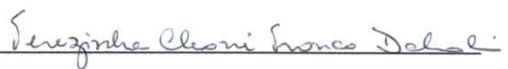
Eu, Terezinha Cleoni Tronco Dalmolin, abaixo assinado, coordenadora do Ensino Médio do Colégio Politécnico da UFSM, autorizo a realização do estudo “Jardins verticais no ambiente escolar: estudo de caso sobre os benefícios para percepção ambiental e qualidade do ar interior” (050542/Centro de Tecnologia – PPGAUP) a ser conduzido pelos pesquisadores Minéia Johann Scherer, Professora do PPGAUP - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo, lotada na Coordenadoria Acadêmica do Campus Cachoeira do Sul, e Luciana Rocha Ribeiro, mestranda do PPGAUP.

Fui informada, pelo responsável pelo estudo, sobre as características e objetivos, bem como das atividades que serão realizadas na instituição ao qual represento.

Esta instituição está ciente de suas responsabilidades como instituição coparticipante do presente projeto de pesquisa e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos sujeitos de pesquisa nela recrutados, dispondo de infraestrutura necessária para garantir a tal segurança e bem-estar.

O estudo só poderá ser realizado se aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos.

Santa Maria, 29 de maio de 2019.


(assinatura e carimbo do responsável institucional)

Prof^a Terezinha Cleoni Tronco Dalmolin

Coordenadora do Ensino Médio do Colégio Politécnico da UFSM

Prof.ª Terezinha C. Tronco Dalmolin - Biologia
Coordenadora do Curso de Ensino Médio
Colégio Politécnico da UFSM
SIAPE 2121516

APÊNDICE I – AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL



AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL

Eu, Valmir Aita, abaixo assinado, responsável pelo Colégio Politécnico da UFSM, autorizo a realização do estudo “Jardins verticais no ambiente escolar: estudo de caso sobre os benefícios para percepção ambiental e qualidade do ar interior” (050542/Centro de Tecnologia – PPGAUP) a ser conduzido pelos pesquisadores Minéia Johann Scherer, Professora do PPGAUP - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo, lotada na Coordenadoria Acadêmica do Campus Cachoeira do Sul, e Luciana Rocha Ribeiro, mestranda do PPGAUP.

Fui informado, pelo responsável pelo estudo, sobre as características e objetivos, bem como das atividades que serão realizadas na instituição ao qual represento.

Esta instituição está ciente de suas responsabilidades como instituição coparticipante do presente projeto de pesquisa e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos sujeitos de pesquisa nela recrutados, dispondo de infraestrutura necessária para garantir a tal segurança e bem-estar.

O estudo só poderá ser realizado se aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos.

Santa Maria, 29 de maio de 2019.

(assinatura e carimbo do responsável institucional)

Valmir Aita

Diretor do Colégio Politécnico da UFSM

Prof. Valmir Aita
Diretor do Colégio Politécnico da UFSM
Portaria nº 83.084/17