



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

JOÃO VICTOR DE SOUZA LIMA

**SALA DE AULA INVERTIDA NO ENSINO DA ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA EM
PROJETO**

JOÃO VICTOR DE SOUZA LIMA

**SALA DE AULA INVERTIDA NO ENSINO DA ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA EM
PROJETO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da Universidade Estadual Paulista – UNESP "Júlio de Mesquita Filho", campus de Bauru, como requisito final para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: João Roberto Gomes de Faria

BAURU
2019

Lima, João Victor de Souza.

Sala de Aula Invertida no ensino da arquitetura bioclimática em projeto / João Victor de Souza Lima, 2019

193 f.

Orientador: João Roberto Gomes de Faria.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru, 2019.

1. Arquitetura bioclimática. 2. Metodologia de ensino. 3. Sala de Aula Invertida. 4. Processo projetual. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação. II. Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE JOÃO VICTOR DE SOUZA LIMA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO, DA FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 29 dias do mês de outubro do ano de 2019, às 14:00 horas, no(a) Sala do ERAPI da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. JOAO ROBERTO GOMES DE FARIA - Orientador(a) do(a) Programa de Pós-Graduação em Design e Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo / FAAC/UNESP/Bauru, Profª. Drª. ROSIO FERNANDEZ BACA SALCEDO do(a) Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo / FAAC/UNESP/Bauru, Profª. Titular DORIS CATHARINE CORNELIE KNATZ KOWALTOWSKI do(a) Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Tecnologia e Cidade / FEC/UNICAMP, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de JOÃO VICTOR DE SOUZA LIMA, intitulada **SALA DE AULA INVERTIDA NO ENSINO DA ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA EM PROJETO**. Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADO. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Prof. Dr. JOAO ROBERTO GOMES DE FARIA

Profª. Drª. ROSIO FERNANDEZ BACA SALCEDO

Profª. Titular DORIS CATHARINE CORNELIE KNATZ KOWALTOWSKI



AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. João Roberto Gomes de Faria, pelos importantes direcionamentos durante o desenvolvimento desta dissertação, assim como para o meu desenvolvimento acadêmico como um todo. Muito obrigado pela paciência, compreensão e empatia diante de todos os obstáculos que enfrentei.

À minha mãe, Elizabete, pela positividade e pelo incentivo incansável durante todo esse processo. Obrigado por sempre me mostrar o lado bom das coisas, e por me ensinar a nunca desistir, independentemente do tamanho do problema a ser enfrentado. Você é minha maior inspiração.

Ao Maicon, por todo o carinho, apoio, companheirismo, empatia, paciência e resiliência.

Aos amigos que a vida me deu, por sempre me apoiarem em tudo o que eu faço, e por estarem sempre do meu lado, independentemente da distância que nos separa.

Aos amigos que o mestrado me deu, por compartilharem comigo seus medos, dúvidas, conhecimentos e conquistas, tornando essa jornada muito mais leve e divertida.

Aos amigos que o exercício docente me deu, por se tornarem minha segunda família, muito mais do que simples colegas de trabalho.

À Profa. Dra. Doris Catharine Cornélie Knatz Kowaltowski e à Profa. Dra. Rosio Fernández Baca Salcedo, por aceitarem participar da minha banca e por contribuírem com sugestões essenciais para o andamento da pesquisa.

À Profa. Ma. Suelen Umbelino da Silva, pelo importante respaldo científico durante a aplicação das análises estatísticas apresentadas nesta pesquisa.

Por fim, agradeço a Deus por todas as oportunidades concedidas, por todas as pessoas maravilhosas que colocou em minha vida, e por guiar o meu caminho ao longo dessa jornada tão importante para o meu desenvolvimento acadêmico, profissional e pessoal.

LIMA, J. V. L. **Sala de Aula Invertida no ensino da arquitetura bioclimática em projeto**. 193 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, UNESP (Universidade Estadual Paulista), Bauru, 2019.

RESUMO

Apesar de grandes avanços da pesquisa científica quanto à inclusão dos conceitos e procedimentos referentes ao conforto ambiental no contexto do processo projetual, é ainda perceptível sua dificuldade de apropriação nas práticas de disciplinas projetuais de cursos de graduação em Arquitetura e Urbanismo, tanto por parte dos alunos, quanto por parte dos professores de projeto. Essa dificuldade se dá, principalmente, pela defasagem de aprendizagem nas disciplinas de Conforto Ambiental no que se refere ao desenvolvimento de habilidades práticas nos alunos, para que sejam capazes de utilizar, de forma autônoma, o conhecimento adquirido na resolução de problemas arquitetônicos diversos. Com base nessa problemática, esta pesquisa teve por objetivo investigar a aplicabilidade da *Sala de Aula Invertida* como metodologia de ensino da arquitetura bioclimática no contexto do processo projetual, em cursos de Arquitetura e Urbanismo. A pesquisa, de caráter exploratório e correlacional, consistiu no desenvolvimento, aplicação e avaliação de uma estratégia de ensino, baseada na metodologia acima mencionada, para uma turma do 6º semestre de um curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo, na disciplina “Conforto Ambiental”, transformando a sala de aula em um ateliê de projeto. A avaliação dos alunos foi feita por meio de prova individual e dos projetos elaborados em grupo durante as atividades propostas em sala de aula. Como variáveis dependentes, os resultados de aprendizagem foram identificados por avaliação somativa quantitativa (notas) e qualitativa (níveis cognitivos alcançados pela Taxonomia de Bloom). Como variáveis independentes, foram identificados os estilos de aprendizagem dos alunos, por meio do Índice de Estilos de Aprendizagem, assim como seu contexto pessoal e percepção da estratégia de ensino aplicada, por meio de questionário de satisfação. As análises dos resultados consistiram em análises descritivas, comparando as variáveis independentes entre si, e em regressões logística ordinal e linear múltipla, correlacionando essas variáveis com as variáveis dependentes. Através das possibilidades proporcionadas pela metodologia ativa da Sala de Aula Invertida, foi constatado que, de fato, o processo projetual, integrado como instrumento para o ensino da arquitetura bioclimática e da geometria solar, pode contribuir significativamente aos resultados de aprendizagem e aos níveis cognitivos atingidos pelos alunos. Entretanto, mesmo os melhores projetos, no âmbito bioclimático, apresentaram inadequações funcionais e uma considerável limitação de abstração, o que levou à necessidade de se investigar as inadequações presentes na estratégia aplicada. Com os resultados das análises estatísticas, foi possível identificar as principais limitações da metodologia da Sala de Aula Invertida quanto à sua aplicabilidade no contexto do conteúdo abordado, assim como as principais lacunas da sistematização proposta para o processo projetual e, por meio destas, propor sugestões para futuras aplicações.

Palavras-chave: Arquitetura bioclimática. Metodologia de ensino. Sala de aula invertida. Processo projetual.

LIMA, J. V. L. **Flipped Classroom for teaching bioclimatic architecture in the design process.** 193 p. Dissertation (Master of Architecture and Urbanism) – School of Architecture, Arts and Communication, UNESP (São Paulo State University), Bauru, 2019.

ABSTRACT

Despite the great advancements of scientific research on the inclusion of concepts and procedures related to environmental comfort in the context of the design process, it's still noticeable its difficulty of appropriation in the practices of design disciplines in Architecture and Urbanism courses, both by students, as by teachers. This difficulty is mainly due to the lack on learning process in the Environmental Comfort disciplines regarding the development of practical skills in the students, so that they are able to use, autonomously, the knowledge acquired in solving several architectural problems. Based on this problem, this research aimed to investigate the *Flipped Classroom's* applicability as a teaching method of bioclimatic architecture in the context of the design process, in Architecture and Urbanism courses. The exploratory and correlational research consisted of the development, application and evaluation of a teaching strategy, based on the above-mentioned methodology, for a 6th semester class of an Architecture and Urbanism course, in the discipline "Environmental Comfort", turning the classroom into a design studio. The evaluation of the students was done through an individual test and through the evaluation of groups' projects, elaborated during the activities proposed in the classroom. As dependent variables, learning outcomes were identified by quantitative evaluation (grades) and qualitative evaluation (cognitive levels of Bloom's Taxonomy). As independent variables, it was identified students' learning styles, through the Index of Learning Styles, as well as their personal context and perception of the applied teaching strategy, through a satisfaction questionnaire. The results analyzes consisted on descriptive analyzes, comparing the independent variables with each other, and on ordinal logistic regressions and multiple linear regressions, correlating these variables with the dependent variables. Through the possibilities provided by *Flipped Classroom*, it was found that, in fact, the design process, integrated as a tool for teaching bioclimatic architecture and solar geometry, can significantly contribute to the learning outcomes and cognitive levels reached by the students. However, even the best projects, in the bioclimatic context, presented functional problems and low levels of abstraction, which led to the need to investigate the inadequacies of the applied strategy. With the results of statistical analyzes, it was possible to identify the main limitations of *Flipped Classroom* regarding its applicability in the context of the content approached, as well as the main gaps of the proposed systematization for the design process and, through that, to suggest adaptations for future applications.

Keywords: Bioclimatic architecture. Teaching methodology. Flipped classroom. Design process.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Faculdades particulares de Arquitetura e Urbanismo identificadas em um raio de 150km da cidade de Marília-SP.	23
FIGURA 2 – Exemplos da negligência ou simplificação exagerada dos conceitos bioclimáticos por alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFBA.	25
FIGURA 3 – Princípios que constituem as metodologias ativas de ensino.	28
FIGURA 4 – Sequência metodológica da Sala de Aula Invertida, em comparação com a metodologia de ensino tradicional.	33
FIGURA 5 – Estímulos aos processos cognitivos da Taxonomia de Bloom: ensino tradicional x Sala de Aula Invertida.	38
FIGURA 6 – Modelo de processo de projeto e sequência de decisões.	40
FIGURA 7 – O processo de projeto como negociação entre problema e solução para a evolução entre suas etapas.....	41
FIGURA 8 – Ambiente Moodle preparado para a disciplina Conforto Ambiental.	60
FIGURA 9 – Distribuição dos alunos em grupos.	63
FIGURA 10 – Identificação das estratégias bioclimáticas na carta piscométrica.	65
FIGURA 11 – Tabulação bioclimática do programa de necessidades, com base em Lamberts, Dutra e Pereira (2005).....	66
FIGURA 12 – Máscaras de sombra para o entorno edificado, por Bittencourt (2004).	67
FIGURA 13 – Máscaras de sombra para proteções solares, por Bittencourt (2004).	68
FIGURA 14 – Representação esquemática de atividade baseada no método cooperativo de aprendizagem <i>Jigsaw Technique</i>	69
FIGURA 15 - Esquematização do mapeamento térmico, como síntese das etapas de análise anteriores.	71
FIGURA 16 – Esquematização do processo projetual proposto.	72
FIGURA 17 – Alteração da ordem hierárquica entre a Taxonomia de Bloom et al. (1956) e a revisada por Anderson et al. (2001).	81
FIGURA 18 – Tabela Bidimensional da Taxonomia de Bloom (revisada).	81
FIGURA 19 – Classificação das questões da Avaliação Bimestral e do projeto entregue pelos alunos de acordo com a Tabela Bidimensional da Taxonomia de Bloom (revisada).	82

FIGURA 20 – Registro fotográfico do projeto apresentado pelo Grupo 1.	91
FIGURA 21 – Registro fotográfico do projeto apresentado pelo Grupo 2.	92
FIGURA 22 – Registro fotográfico do projeto apresentado pelo Grupo 3.	93
FIGURA 23 – Registro fotográfico do projeto apresentado pelo Grupo 4.	94
FIGURA 24 – Registro fotográfico do projeto apresentado pelo Grupo 5.	95
FIGURA 25 – Registro fotográfico do projeto apresentado pelo Grupo 6.	97
FIGURA 26 – Registro fotográfico do projeto apresentado pelo Grupo 7.	98
FIGURA 27 – Gráfico: médias de alcance dos critérios avaliados nos projetos.....	99
FIGURA 28 – Gráfico: níveis cognitivos atingidos pelos alunos.....	104
FIGURA 29 – Gráfico: distribuição das notas somativas segundo os grupos de nível cognitivo.	105
FIGURA 30 – Gráfico: médias dos estilos de aprendizagem dos alunos para cada dimensão, antes e depois da Sala de Aula Invertida.....	107
FIGURA 31 – Gráfico: comparação de desempenho entre as disciplinas Conforto Ambiental e Sistemas Estruturais I.....	110
FIGURA 32 – Gráfico: respostas para a pergunta “A Sala de Aula Invertida foi positiva?”	112
FIGURA 33 – Gráfico: médias das pontuações para as perguntas referentes à eficácia da Sala de Aula Invertida	113
FIGURA 34 – Gráfico: médias das respostas referentes à exequibilidade dos estudos extraclasse.	117
FIGURA 35 – Gráfico: médias das respostas referentes à contribuição dos meios de aprendizagem.....	119
FIGURA 36 – Gráfico: médias das respostas referentes às contribuições das videoaulas.	122
FIGURA 37 – Gráfico: relação entre a duração e as médias de dificuldade e de frequência de visualizações para cada módulo da disciplina.	125
FIGURA 38 – Gráfico: relação entre a duração das videoaulas e a quantidade de visualizações na plataforma Youtube.....	126
FIGURA 39 – Gráfico: média de vezes que cada aluno assistiu às videoaulas comparada com os níveis cognitivos e com os desempenhos nos projetos.	130
FIGURA 40 – Gráfico: média de pontuações para a eficácia das atividades projetuais.	132

FIGURA 41 – Gráfico: correlação entre as médias de notas somativas e as médias de avaliações para a atividade “Máscaras de sombra para as proteções”, por grupo. 135	
FIGURA 42 – Gráfico: médias das avaliações dos alunos quanto às contribuições de cada ferramenta utilizada na disciplina. 136	
FIGURA 43 – Exemplos de máscaras de sombras produzidas pelos alunos, utilizando as cartas solares impressas. 137	
FIGURA 44 – Interface do programa SketchUp e sua ferramenta de sombras.....138	
FIGURA 45 – Interface do programa Analysis Sol-Ar. 139	
FIGURA 46 – Interface do programa SunTool. 139	
FIGURA 47 – Gráfico: médias das respostas dos alunos para as questões relacionadas à autoavaliação. 143	

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1– Levantamento das grades curriculares de 14 faculdades particulares de Arquitetura e Urbanismo identificadas em um raio de 150km da cidade de Marília-SP.	24
QUADRO 2 – Potencial de economia energética por estágio do projeto	42
QUADRO 3 – Cronograma da disciplina Conforto Ambiental (1º bimestre).	73
QUADRO 4 – Síntese da avaliação dos projetos entregues.	99
QUADRO 5 – Dados de desempenho dos alunos no 1º bimestre da disciplina.	102
QUADRO 6– Resultados de aprendizagem pelas notas somativas.	102
QUADRO 7 – Matriz de correlação de Kendall para as variáveis referentes aos estilos de aprendizagem.	108
QUADRO 8 – P-valor para o teste Qui-Quadrado, relacionando as variáveis referentes aos estilos de aprendizagem com o nível cognitivo.	108
QUADRO 9 –OR para as variáveis de estilos de aprendizagem em relação ao nível cognitivo, obtidas por meio do modelo estereótipo.	109
QUADRO 10 – Resultados do modelo de regressão linear múltipla relacionando a nota somativa com as variáveis de estilos de aprendizagem.	109
QUADRO 11 – Matriz de correlação de Kendall para as variáveis referentes à Sala de Aula Invertida.	114
QUADRO 12 – Matriz de correlação de Kendall para as variáveis referentes à Sala de Aula Invertida.	115
QUADRO 13 – OR para as variáveis referentes à sala de aula invertida em relação ao nível cognitivo, obtidas por meio do modelo estereótipo.	115
QUADRO 14 – Resultados do modelo de regressão linear múltipla relacionando as notas somativas com as variáveis referentes à Sala de Aula Invertida.	116
QUADRO 15 – Matriz de correlação de Kendall para as variáveis referentes à exequibilidade.	117
QUADRO 16 – P-valor para o teste Qui-Quadrado, relacionando as variáveis referentes à exequibilidade com o nível cognitivo.	117
QUADRO 17 – OR para as variáveis de exequibilidade em relação ao nível cognitivo, obtidas por meio do modelo estereótipo.	118

QUADRO 18 – Resultados do modelo de regressão linear múltipla relacionando a nota somativa com as variáveis referentes à exequibilidade.	118
QUADRO 19 – Matriz de correlação de Kendall para as variáveis referentes à contribuição dos meios de aprendizagem.	120
QUADRO 20 – Resultados do modelo de regressão linear múltipla relacionando as notas somativas com as variáveis referentes à contribuição dos meios de aprendizagem.....	121
QUADRO 21 – Matriz de correlação de Kendall para as variáveis referentes às contribuições das videoaulas.	122
QUADRO 22 – P-valor para o teste Qui-Quadrado, relacionando as variáveis referentes às contribuições das videoaulas com o nível cognitivo.	123
QUADRO 23 – OR para as variáveis referentes às contribuições das videoaulas em relação ao nível cognitivo, obtidas por meio do modelo estereótipo.	123
QUADRO 24 – Resultados do modelo de regressão linear múltipla relacionando a nota somativa com as variáveis referentes às contribuições das videoaulas.....	124
QUADRO 25 – Matriz de correlação de Kendall para as variáveis referentes à dificuldade do conteúdo.	127
QUADRO 26 – P-valor para o teste Qui-Quadrado, relacionando as variáveis referentes à dificuldade do conteúdo com o nível cognitivo.	128
QUADRO 27 – Resultados do modelo de regressão linear múltipla relacionando a nota somativa com as variáveis referentes à dificuldade com o conteúdo.....	128
QUADRO 28 – Matriz de correlação de Kendall para as variáveis referentes à frequência de visualização do conteúdo.	129
QUADRO 29 – P-valor para o teste Qui-Quadrado, relacionando as variáveis referentes à quantidade de vezes que o conteúdo foi assistido com o nível cognitivo.	129
QUADRO 30 – OR para variáveis referentes à quantidade de vezes que o conteúdo foi assistido em relação ao nível cognitivo, obtidas por meio do modelo estereótipo.	130
QUADRO 31 – Resultados do modelo de regressão linear relacionando a nota somativa com a quantidade de vezes que o conteúdo foi assistido.	131
QUADRO 32 – Matriz de correlação de Kendall para as variáveis referentes à eficácia das atividades projetuais.	133

QUADRO 33 - P-valor para o teste Qui-Quadrado, relacionando as variáveis referentes à eficácia das atividades projetuais com o nível cognitivo.	134
QUADRO 34 - OR para variáveis referentes a eficácia das atividades projetuais em relação ao nível cognitivo, obtidas por meio do modelo estereótipo.	134
QUADRO 35 - Resultados do modelo de regressão linear múltipla relacionando a nota somativa com as variáveis referentes a eficácia das atividades projetuais.....	134
QUADRO 36 - Matriz de correlação de Kendall para as variáveis referentes a contribuição das ferramentas para a elaboração do projeto.	140
QUADRO 37 - P-valor para o teste Qui-Quadrado, relacionando as variáveis referentes à contribuição das ferramentas para a elaboração do projeto com o nível cognitivo.	140
QUADRO 38 – OR para variáveis referentes a variáveis referentes à contribuição das ferramentas para a elaboração do projeto em relação ao nível cognitivo, obtidas por meio do modelo estereótipo.	141
QUADRO 39 - Resultados do modelo de regressão linear relacionando a nota somativa com as variáveis referentes a contribuição das ferramentas – projeto. ...	141
QUADRO 40 - Matriz de correlação de Kendall para as variáveis referentes a contribuição das ferramentas – aprendizagem.....	142
QUADRO 41 - P-valor para o teste Qui-Quadrado, relacionando as variáveis referentes a contribuição das ferramentas – projeto com o nível cognitivo.....	142
QUADRO 42 - Resultados do modelo de regressão linear múltipla relacionando a nota somativa com as variáveis referentes a contribuição das ferramentas – projeto. ...	143
QUADRO 43- Matriz de correlação de Kendall para as variáveis referentes a contribuição dos meios de aprendizagem.	144
QUADRO 44 - P-valor para o teste Qui-Quadrado, relacionando as variáveis referentes a autoavaliação com o nível cognitivo.....	144
QUADRO 45 - OR para a autoavaliação, obtidas por meio do modelo estereótipo.	145
QUADRO 46 - Resultados do modelo de regressão linear relacionando a nota somativa com as variáveis referentes autoavaliação.	145
QUADRO 47 – Nova proposta estratégica em comparação com a aplicada.	153

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATV	Ativo
BIM	Building Information Modelling
BPA	Building Performance Analysis
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
DISP	Disperso
EM	Ensino Médio
FAUUSP	Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo
FURB	Universidade Regional de Blumenau
ILS	Index of Learning Styles
IND	Indiferente
LABAUT	Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética do Departamento de Tecnologia da FAUUSP
LabEEE	Laboratório de Eficiência Energética em Edificações
MEC	Ministério da Educação
NA	Não Avaliado
NR	Não Respondeu
OBS	Observador
OR	Odds Ratio
PBL	Project Based Learning
ProjetEEE	Projetando Edificações Energeticamente Eficientes
P-valor	Probabilidade de Significância
R ²	Coeficiente de Determinação
RS	Rio Grande do Sul (Estado do)
SP	São Paulo (Estado de)
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TRY	Test Reference Year
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	15
1.1 Objetivos	17
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
2.1 Conforto Ambiental em Cursos de Arquitetura e Urbanismo.....	18
2.2 Sala de Aula Invertida: Uma Metodologia Ativa de Ensino.....	28
<i>2.2.1 Metodologias ativas e as teorias pedagógicas</i>	<i>28</i>
<i>2.2.2 A Sala de Aula Invertida.....</i>	<i>32</i>
<i>2.2.3 Potencialidades e limitações da Sala de Aula Invertida</i>	<i>33</i>
<i>2.2.4 Resultados de aprendizagem: Sala de Aula Invertida x sala de aula tradicional</i>	<i>37</i>
2.3 Conforto Ambiental no Contexto do Processo Projetual	39
<i>2.3.1 A importância do programa arquitetônico</i>	<i>43</i>
<i>2.3.2 Os métodos de busca de soluções de projeto</i>	<i>44</i>
<i>2.3.3 Avaliando as soluções propostas.....</i>	<i>48</i>
<i>2.3.4 Ferramentas computacionais de auxílio à tomada de decisão</i>	<i>50</i>
3 MATERIAIS E MÉTODOS	54
3.1 Planejamento e Aplicação da Estratégia de Ensino	55
<i>3.1.1 Objetivos disciplinares</i>	<i>55</i>
<i>3.1.2 Conteúdo disciplinar e mídia escolhida.....</i>	<i>56</i>
<i>3.1.3 Definição de ferramentas e métodos para a estratégia de ensino.....</i>	<i>61</i>
<i>3.1.4 Proposta de processo projetual</i>	<i>63</i>
<i>3.1.5 Organização cronológica da disciplina.....</i>	<i>73</i>
3.2 Avaliações	74
<i>3.2.1 Avaliação dos projetos.....</i>	<i>74</i>
<i>3.2.2 Avaliações dos resultados de aprendizagem (variáveis dependentes)</i>	<i>77</i>
<i>3.2.3 Identificação dos estilos de aprendizagem (variáveis independentes)</i>	<i>83</i>
<i>3.2.4 Contexto e percepção dos alunos (variáveis independentes).....</i>	<i>86</i>
3.3 Análises dos Resultados	87
<i>3.3.1 Regressão logística ordinal.....</i>	<i>87</i>
<i>3.3.1 Regressão linear múltipla</i>	<i>89</i>
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	91
4.1 Avaliação dos Projetos Desenvolvidos	91

4.2 Avaliação da Aprendizagem: Notas Somativas e Níveis Cognitivos pela Taxonomia de Bloom.....	101
4.3 Contribuição das Variáveis Independentes para os Resultados de Aprendizagem	105
4.3.1 <i>Estilos de Aprendizagem</i>	<i>106</i>
4.3.2 <i>Avaliações da Sala de Aula Invertida.....</i>	<i>111</i>
4.3.3 <i>Exequibilidade dos estudos extraclasse</i>	<i>116</i>
4.3.4 <i>Contribuição dos meios de aprendizagem.....</i>	<i>119</i>
4.3.5 <i>Contribuições das videoaulas</i>	<i>121</i>
4.3.6 <i>Dificuldade e frequência de visualizações do conteúdo.....</i>	<i>124</i>
4.3.7 <i>Eficácia das atividades projetuais.....</i>	<i>131</i>
4.3.8 <i>Contribuição das ferramentas para o projeto e para a aprendizagem</i>	<i>136</i>
4.3.9 <i>Autoavaliação</i>	<i>143</i>
4.4 Síntese dos Resultados e Sugestões para Futuras Aplicações	146
5 CONCLUSÕES	156
REFERÊNCIAS.....	161
APÊNDICE A - Avaliação Bimestral	168
APÊNDICE B - Questionário de Satisfação: Sala de Aula Invertida	177
APÊNDICE C - Projeto do Grupo 1	182
APÊNDICE D - Projeto do Grupo 2	183
APÊNDICE E - Projeto do Grupo 3	184
APÊNDICE F - Projeto do Grupo 4	185
APÊNDICE G - Projeto do Grupo 5	186
APÊNDICE H - Projeto do Grupo 6	187
APÊNDICE I - Projeto do Grupo 7	188
ANEXO A - Programa de Necessidades - Escola Ciclo II + E.M.....	189
ANEXO B - Índice de Estilos de Aprendizagem (ILS).....	190

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O conforto ambiental é um dos principais critérios a serem assegurados no planejamento arquitetônico sustentável, pois resulta no bem estar dos usuários e na possibilidade de execução de suas tarefas, de forma natural, minimizando sua dependência a equipamentos eletrônicos (KIM; RIGDOM, 1998). Dentro deste contexto, o conforto térmico e o conforto lumínico assumem uma relação direta com a eficiência energética da edificação pois, caso não sejam assegurados naturalmente, o usuário se utilizará de condicionamentos ambientais artificiais (térmicos ou lumínicos) para atingir seu nível ideal de conforto, o que, conseqüentemente, acarretará em um maior consumo energético da edificação (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2005). O consumo energético, por sua vez, mostra-se um grande problema ambiental e, ao mesmo tempo, um dos maiores custos contínuos na vida útil da edificação, uma vez que, além de acarretar em vários impactos ambientais para a sua produção, “a energia consumida por uma edificação no processo de aquecimento, resfriamento, iluminação e operação de equipamentos não pode ser recuperada” (KIM; RIGDOM, 1998, p. 10, traduzido pelo autor¹).

Desta forma, torna-se evidente a importância de assegurar a qualidade térmica e lumínica dos espaços projetados, apropriando-se das características climáticas naturais do sítio, por meio das estratégias projetuais relacionadas ao conceito de *arquitetura bioclimática* (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2005).

Neste sentido, o ensino do conforto ambiental em cursos de graduação em Arquitetura e Urbanismo possui uma grande parcela de contribuição, uma vez que tem por objetivo, dentro outros, capacitar os profissionais a aplicarem corretamente as estratégias bioclimáticas em seus futuros projetos arquitetônicos. Entretanto, desde a sua integração como disciplina obrigatória nas grades curriculares brasileiras, a partir de 1994 (BITTENCOURT; TOLEDO, 1997), até os dias atuais, é notável sua grande desvinculação com o processo de projeto, o que contribui para o baixo desempenho térmico e energético dos projetos arquitetônicos desenvolvidos pelos alunos, tanto dentro dos cursos, quanto no campo profissional (FREIRE, 2017; VILELA; ZANCANELI; LIMA, 2015; DELBIN, 2006). Essa desvinculação é causada principalmente pela abordagem utilizada em disciplinas de Conforto Ambiental que,

¹ The energy consumed by a building in the process of heating, cooling, lighting, and equipment operation cannot be recovered. (KIM; RIGDOM, 1998, p. 10).

na maioria das vezes, “[...] consiste em uma abordagem teórica, seguida de cálculos que não apresentam nenhuma aplicação prática, fazendo com que o aluno não desenvolva um senso crítico quanto às questões projetuais” (VILELA; ZANCANELI; LIMA, 2015, p. 757). Nesse contexto, por mais que o aluno consiga atingir níveis satisfatórios de compreensão da disciplina, não adquire senso crítico em níveis maiores de abstração que possibilitem e estimulem a sua aplicação em disciplinas projetuais futuras e na prática profissional (PAULA, 2015).

Intensificando o problema, a atual conjuntura do ensino de conforto ambiental em cursos de arquitetura ainda obedece os preceitos das metodologias de ensino tradicionais, consistidas, basicamente, em aulas expositivas com poucos estudos experimentais. Essa característica dificulta ainda mais o desenvolvimento de habilidade de aplicação dos conceitos de arquitetura bioclimática no projeto arquitetônico, uma vez que a transferência de conhecimento se limita ao âmbito teórico, não alcançado o âmbito projetual e de resolução de problemas (VIANNA, 2001). Assim, os alunos de cursos de arquitetura se tornam desmotivados para investir tempo e esforço na aplicação dos conceitos relacionados ao desempenho térmico das edificações em seus projetos arquitetônicos (MAVROMATIDIS, 2018). O autor evidencia que novas ferramentas e métodos pedagógicos são necessários para minimizar essa lacuna entre sustentabilidade ambiental e o projeto arquitetônico.

[...] para alcançar esse objetivo, as práticas atuais de engenharia térmica deveriam ser integradas o quanto antes à educação arquitetônica, de maneira criativa, com o objetivo de completar o paradigma de um cidadão informado, enquanto simultaneamente são desenvolvidas as capacidades intelectuais, estéticas e científicas de um futuro profissional. (MAVROMATIDIS, 2018, p. 690, traduzido pelo autor ²).

Dentro deste contexto, as metodologias ativas de ensino podem se tornar instrumentos determinantes para solucionar essa lacuna no ensino-aprendizagem dos cursos de arquitetura e urbanismo. Dentre uma vasta gama de possibilidades, esta pesquisa se volta para a metodologia da Sala de Aula Invertida (ou *Flipped Classroom*), a qual consiste em uma inversão do modelo tradicional de ensino. Nessa metodologia, os alunos estudam o conteúdo da disciplina em casa, por meio de

² [...] to achieve this goal, current applied thermal engineering practices should be integrated as soon as possible to architectural education in a creative manner with the aim to complete the paradigm of an informed citizen, while simultaneously develop the intellectual, aesthetic and scientific capacities of a future professional. (MAVROMATIDIS, 2018, p. 690).

videoaulas ou outras mídias escolhidas pelo professor, e em sala de aula desenvolvem atividades práticas, para fixar esse conteúdo (BERGMANN; SAMS, 2012).

Com a disponibilidade de uma disciplina denominada “Conforto Ambiental” no curso de Arquitetura e Urbanismo de uma faculdade particular na cidade de Marília-SP, e se pautando majoritariamente nos princípios da Sala de Aula Invertida, esta pesquisa se propõe a investigar as possibilidades do ensino da arquitetura bioclimática no contexto do processo projetual.

1.1 Objetivos

Esta pesquisa tem por objetivo geral investigar a aplicabilidade da Sala de Aula Invertida como metodologia de ensino da arquitetura bioclimática no contexto do processo projetual, em cursos de Arquitetura e Urbanismo.

Para isso, os objetivos específicos são:

- Analisar a conjuntura do ensino de conforto ambiental nos cursos de Arquitetura e Urbanismo brasileiros.
- Analisar a aplicabilidade da metodologia da Sala de Aula Invertida em disciplinas de Conforto Ambiental integradas ao processo projetual.
- Realizar um estudo de caso segundo os pressupostos levantados anteriormente.
- Avaliar e discutir o estudo de caso, evidenciando as potencialidades e limitações da estratégia desenvolvida, em detrimento às particularidades de sua aplicação.
- Avaliar a aplicabilidade da Taxonomia de Bloom (1956) revisada por Anderson et al. (2001) como instrumento de planejamento dos objetivos instrucionais e de avaliação do nível cognitivo alcançado pelos alunos no contexto do processo projetual.
- Avaliar os resultados de aprendizagem dos alunos, por meio de avaliação somativa, e classificá-los quanto aos níveis cognitivos alcançados por eles na estratégia de ensino aplicada (variáveis dependentes).
- Analisar as variáveis independentes presentes no processo, e sua influência nos resultados de aprendizagem identificados nos alunos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Conforto Ambiental em Cursos de Arquitetura e Urbanismo

O desempenho energético das edificações está diretamente relacionado ao conforto térmico e luminoso por elas proporcionado. “Como aquecimento ou refrigeração de ambientes pode representar até 48% do consumo energético de um edifício, fica clara a relação entre ambiente desconfortável e consumo de energia” (DELBIN, 2006, p. 21).

Anteriormente ao fácil acesso à energia elétrica e à sua utilização no condicionamento térmico das edificações, a concepção de conforto térmico na arquitetura só era possível com a sua adequação ao meio climático no qual se inseria (DOURADO; AMORIM, 2009). Essa adequação, por sua vez, é o grande princípio da *arquitetura bioclimática*.

Por considerar intrinsicamente as características climáticas e naturais do local onde se consolida, a *arquitetura bioclimática* está fortemente vinculada à *arquitetura vernacular* de cada país e região, uma vez que esta, por si só, é resultado de uma adaptação natural da arquitetura ao meio físico e climático no qual se insere. No entanto, quando as referências a essa *arquitetura vernacular* se perdem por razões sociais, culturais ou econômicas, perde-se também o conhecimento acumulado, e o ensino da *arquitetura bioclimática* para novas gerações encontra um grande desafio: adaptar essas referências às linguagens e problemas arquitetônicos atuais (KOWALTOWSKI; LABAKI, 1993). “Nestas circunstâncias a qualidade da construção passa a depender da pesquisa científica e tecnológica e da transferência de conhecimentos ao processo do projeto arquitetônico” (KOWALTOWSKI; LABAKI, 1993, p. 786). Evidencia-se, então, o importante papel dos cursos de Arquitetura e Urbanismo na disseminação da arquitetura bioclimática, enquanto conjunto de estratégias passivas para garantir o conforto térmico e luminoso das edificações, e como indicadores para a sua eficiência energética, resgatando sua adequação ao meio climático dentro do processo projetual.

Neste capítulo, serão apresentadas as problemáticas que tangem o ensino do conforto ambiental em cursos de Arquitetura e Urbanismo brasileiros, e suas consequências na falha de capacitação de arquitetos que efetivamente estejam aptos a aplicar as estratégias bioclimáticas em seus projetos arquitetônicos.

Segundo Bittencour e Toledo (1997), a disciplina de conforto ambiental se tornou obrigatória nas grades dos cursos de Arquitetura e Urbanismo brasileiros a partir de 1994, por meio do decreto 1.770, estabelecido pelo MEC, substituindo as antigas disciplinas de Higiene das Construções e Física Ambiental. A partir desse momento, a disciplina passou a ser tratada, dentro dos aspectos de sua aplicabilidade nos projetos arquitetônicos e urbanísticos, com status de área profissionalizante, compreendendo os estudos das condições térmicas, lumínicas e energéticas como condicionantes da forma e organização espacial (DOURADO; AMORIM, 2009).

Entretanto, desde o início de sua obrigatoriedade, a disciplina apresenta diversos problemas práticos e pedagógicos. Em sua pesquisa com professores de Conforto Ambiental, Vianna (2001) destaca que os principais problemas mencionados por eles são:

Carga horária pequena; Falta de laboratório e de equipamentos de conforto; Precariedade do laboratório de informática [...]; Número excessivo de alunos por classe (relação aluno/professor muito alta); Baixo nível de escolaridade dos alunos; **Alunos que têm de trabalhar e que, conseqüentemente, têm pouco tempo para o estudo; Falta de integração com outras disciplinas, principalmente as de projeto;** Desinteresse dos alunos; Biblioteca desatualizada, fraca; Falta de bibliografia específica em português; Não remuneração de horas de preparação de aula; Disciplinas dadas por professores de outros departamentos; Inserção ruim das disciplinas na grade curricular. (VIANNA, 2001, p. 5, grifos do autor).

Dentre as problemáticas evidenciadas, a mais pertinente é a falta de integração das disciplinas de conforto ambiental com as disciplinas projetuais. Segundo Dourado e Amorim (2009), a disciplina de Conforto Ambiental não se justifica de forma separada, uma vez que objetiva a aplicação de suas teorias no raciocínio de projeto, e que precisa dessa aplicação para a efetiva apreensão do seu conteúdo. Cartana e Pereira (2007) constataram, em sua pesquisa com profissionais de arquitetura já formados, que a inadequação de alguns projetos às condicionantes climáticas locais não é resultado da ausência de disciplinas de conforto ambiental em suas formações acadêmicas, mas provavelmente da não transposição dos conteúdos ministrados em tais disciplinas para o exercício projetual.

Neste sentido, os conhecimentos das disciplinas de conforto ambiental não são um fim em si mesmo mas **um meio para se atingir a meta que é o projeto [...]** A metodologia básica a ser adotada no curso deveria usar sempre o **projeto como objeto de estudo**, aplicando-lhe conceitos ou conseguindo fazer, a partir dele, uma análise dos problemas relativos às disciplinas [...] Portanto, do ponto de vista pedagógico, postula-se uma das questões mais centrais do ensino –

a relação da teoria com a prática. **A informação que não é aplicada ou realmente incorporada não serve para nada.** É um processo inútil. (VIANNA, 2001, p. 6, grifos do autor).

Para essa integração ser mais efetiva, o ideal é que a disciplina de conforto ambiental não esteja inserida no primeiro ano do curso, pois nesse estágio a habilidade do aluno na síntese arquitetônica ainda é bastante limitada (BITTENCOURT; TOLEDO, 1997). Vianna (2001) constata que os 3º e 4º semestres são os melhores para a inserção das disciplinas de conforto, uma vez que neste período os alunos já possuem certa maturidade na área de projeto, mas ainda não acumularam vícios difíceis de serem corrigidos devido à elaboração de projetos sem os devidos conhecimentos básicos de conforto.

Entretanto, a necessidade de o ensino de conforto ambiental se desenvolver em paralelo às disciplinas de projeto não é tão simples de se alcançar. Desde a sua inserção como disciplina obrigatória na grade curricular de Arquitetura e Urbanismo, a disciplina se caracteriza por um somatório linear de conhecimentos sem interação com as demais condicionantes de projeto que compõem a síntese arquitetônica, principalmente devido ao desvinculo com disciplinas de projeto (MÜLFARTH, 2018; PAULA, 2015; VILELA; ZANCANELI; LIMA, 2015; DELBIN, 2006) e à negligência a esses aspectos, por parte dos professores de projeto, uma vez que, ou tratam o conhecimento como inerente a especialistas, ou reduzem sua importância como condicionante projetual (OLWENY, 2008; BITTENCOURT; TOLEDO, 1997; BONI, 1997). Em seu relato de experiência no curso de Arquitetura da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (S. Leopoldo/RS), Boni (1997) constata a predominância de

[...] docentes afastados da pesquisa ou da atualização [...] **sem disposição para o debate em conteúdos que não eram de sua especialidade, ou domínio.** O aluno passava a empregar os seus recentes conhecimentos, **praticamente por iniciativa própria**, acompanhado à distância pelo seu assessor, sem maiores interferências ou exigências. Notamos, que principalmente por estes motivos, a tendência natural do nosso trabalho anterior era o **esquecimento**, ou ao menos a **descontinuidade**, na prática do projeto. (BONI, 1997, p. 599, grifos do autor).

Mais próximo do contexto atual, Freire (2017) constatou, em sua enquête realizada com professores das disciplinas de projeto arquitetônico do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFBA, que, apesar de todos os professores entrevistados declararem abordar no ensino de projeto os temas referentes ao conforto térmico das edificações, as análises dos trabalhos expostos nessas disciplinas pelos alunos comprovam que as abordagens nos projetos são inexistentes ou embasadas em

equívocos conceituais, os quais podem interferir diretamente no desempenho térmico das edificações projetadas. “Em suma, apesar dos professores de projeto não declararem sentir falta dos conhecimentos básicos deles próprios sobre os princípios do conforto térmico, não fica claro o compromisso em passar esses conhecimentos no ensino da prática projetual” (FREIRE, 2017, p. 709). A tendência é tratar o conforto ambiental e a sustentabilidade como assuntos separados, que precisam ser ensinados, mas não possuem espaço nas atividades de projeto (OLWENY, 2008).

Considerando a grande dificuldade de treinamento e conscientização de todos os professores de projeto quanto aos conteúdos e métodos relacionados ao conforto ambiental, evidencia-se a necessidade de se desenvolver a autonomia e autoconfiança dos alunos que passam pela disciplina de conforto, de modo que passem a se preocupar com essas questões como condicionantes de projeto mesmo que a cobrança pelos demais professores seja inexistente ou generalizada.

A compartimentalização de disciplinas de conforto ambiental reforçou não apenas sua percebida falta de relevância para o processo de projeto, como também não proporcionou aos estudantes a confiança para investigarem as implicações e consequências de diferentes ideias, à medida em que eles se deparavam com ateliês integrados e multidimensionais [...] Uma abordagem integrada garante que o conforto ambiental seja considerado como parte do processo projetual, e que ISSO é projetar. (OLWENY, 2008, n.p, traduzido pelo autor³).

Isso exigiria uma reestruturação das disciplinas de conforto para a inserção da aplicação prática dos conhecimentos adquiridos pelos alunos dentro delas próprias, não apenas como exercícios de fixação, mas também como síntese projetual. Dentro deste contexto, uma alternativa interessante pode ser a de trabalhar as disciplinas de conforto como parte das disciplinas projetuais, tanto na escala urbana como na escala do edifício (SCARAZATTO, 1999). Assim, os alunos sairiam das disciplinas não apenas com conhecimento adquirido, mas também com habilidade de aplicação projetual e de abstração.

É preciso mostrar aos alunos como o conforto ambiental e a sustentabilidade são aplicáveis no mundo real, ao invés de se fazer o uso de exemplos abstratos, os quais, no contexto em que estamos

³ The compartmentalisation of subjects in the teaching of built environment programmes, reinforced not only the perceived lack of relevance to design, but also did not give students the confidence to investigate the implications and consequences of different ideas as they arise in multi-dimensional integrated studios. [...] An integrated approach ensures that environmental design is regarded as being a part of the design process itself, and that this IS design. (OLWENY, 2008, n.p).

inseridos, tem o efeito de desmerecer sua importância. (OLWENY, 2008, n.p, traduzido pelo autor⁴).

Entretanto, se por um lado a associação entre as disciplinas de conforto e as disciplinas de projeto é dificultada, por outro a integração do processo projetual dentro das disciplinas de conforto também encontra grandes obstáculos. O primeiro deles está na relação aluno/professor, como afirma Vianna (2001):

Como o MEC **não reconhece as disciplinas de conforto como sendo projetuais e sim de tecnologia**, ele permite uma relação aluno/professor muito maior do que na prática seria possível. **As disciplinas de conforto ambiental têm, ou deveriam ter, um forte caráter projetual** [...] Neste sentido, a relação aluno/professor, quando alta, pode sim comprometer o rendimento do curso e do aprendizado do aluno. (VIANNA, 2001, p. 4, grifos do autor).

Com uma proporção não favorável de quantidade de alunos por professor, a assistência a exercícios projetuais (principalmente individuais) se torna bastante difícil. Concomitantemente está a limitação de carga horária destinada às disciplinas de Conforto Ambiental nos cursos de Arquitetura Urbanismo brasileiros. Vianna (2001) considera o valor de 144 horas como carga horária mínima, e o valor de 180 horas como ideal para disciplinas dedicadas ao ensino de Conforto Ambiental. Porém, em seu levantamento realizado junto a 26 faculdades de arquitetura, o autor constatou que 36% delas trabalha com uma carga inferior à considerada mínima, 32% entre a mínima e a ideal, e 32% acima da ideal.

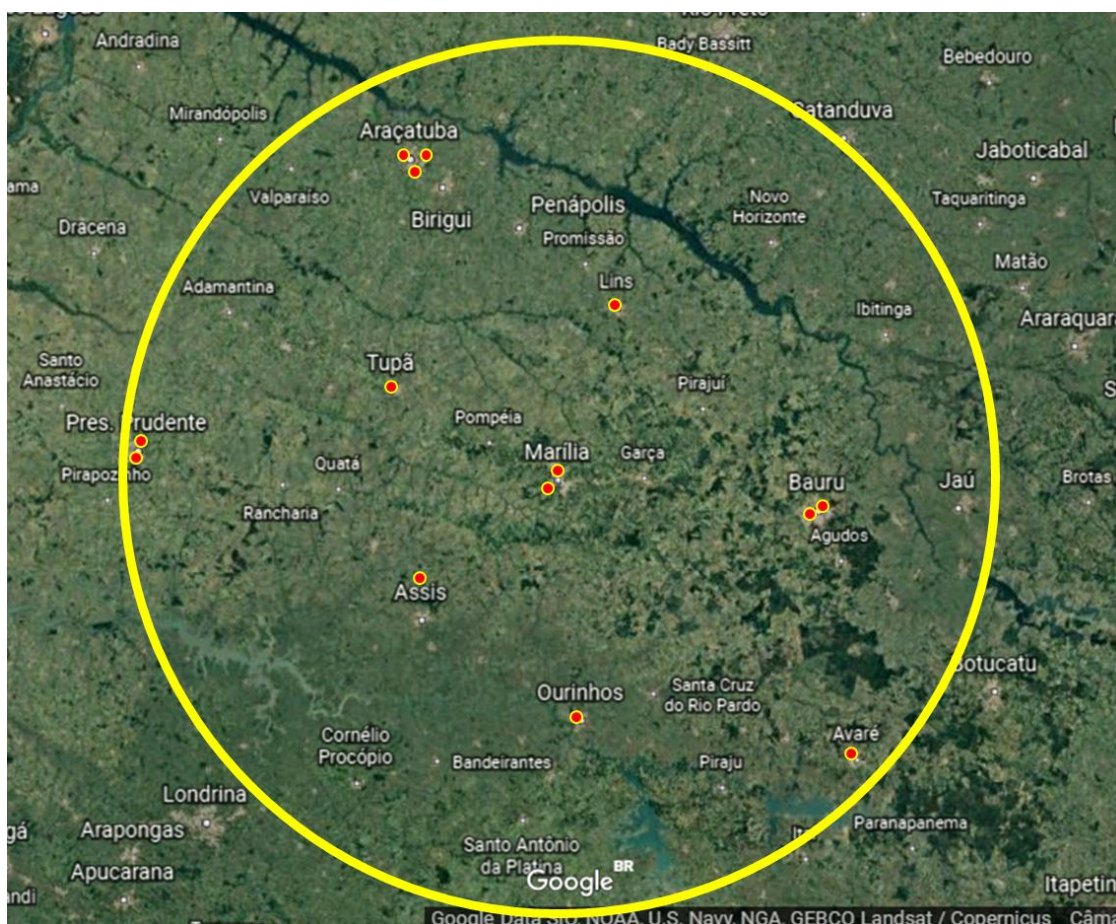
Dourado e Amorim (2009), em seu levantamento das grades curriculares de 5 faculdades federais que possuem o curso de Arquitetura e Urbanismo, constataram que todas as grades possuem uma carga horária obrigatória voltada para o ensino de Conforto Ambiental superior ao mínimo estipulado por Vianna (2001), sendo a menor carga horária identificada de 150 horas e a maior de 240 horas. Isso demonstra uma grande preocupação dos cursos de faculdades públicas na inserção das disciplinas de conforto em suas grades curriculares, algo não tão perceptível em cursos de faculdades particulares.

Com o objetivo de investigar melhor esse cenário, foi realizado um levantamento preliminar em cursos de Arquitetura e Urbanismo de faculdades particulares compreendidas em um raio de 150 km da cidade de Marília, SP - cidade

⁴ Students need to be shown how environmental design and sustainability are applicable in the real world, rather than through the use of abstract examples, which in the context we are in have had the effect of de-emphasising their importance. (OLWENY, 2008, n.p).

onde a presente pesquisa foi aplicada (Figura 1). Nele, foi possível constatar que, das 12 grades curriculares levantadas, 6 possuem uma carga horária inferior a 144 horas, estando a instituição coparticipante desta pesquisa em último lugar (instituição 11), com apenas 60 horas, concentradas em apenas uma disciplina de Conforto Ambiental (Quadro 1). O tempo, bastante limitado, destinado para a disciplina não apenas dificulta a abordagem de todos os temas referentes ao conforto ambiental, como também impossibilita a inserção de atividades práticas no decorrer das aulas, em somatória à exposição do conteúdo necessário para tal.

FIGURA 1 – Faculdades particulares de Arquitetura e Urbanismo identificadas em um raio de 150km da cidade de Marília-SP.



Fonte: Google Earth, 2019, editado pelo autor.

Na mesma análise, também é possível perceber uma predominância de cursos noturnos, em detrimento às opções de cursos diurnos (apenas 2 identificados) e integrais (apenas 1 identificado), o que representa um direcionamento ao público de estudantes que trabalha durante o dia e estuda no período noturno, o qual, como apontado por Vianna (2001), possui pouco tempo para o estudo extraclasse. Isso justifica o fato de nenhum dos cursos noturnos levantados possuir disciplinas optativas

voltadas ao Conforto Ambiental, uma vez que isso exigiria a estipulação de horários extracurriculares fixos para tais atividades, algo não muito viável nesses casos. Sendo assim, a necessidade de otimização do (pouco) tempo elencado pelas grades curriculares para as disciplinas obrigatórias é uma pauta a ser evidenciada.

QUADRO 1– Levantamento das grades curriculares de 14 faculdades particulares de Arquitetura e Urbanismo identificadas em um raio de 150km da cidade de Marília-SP.

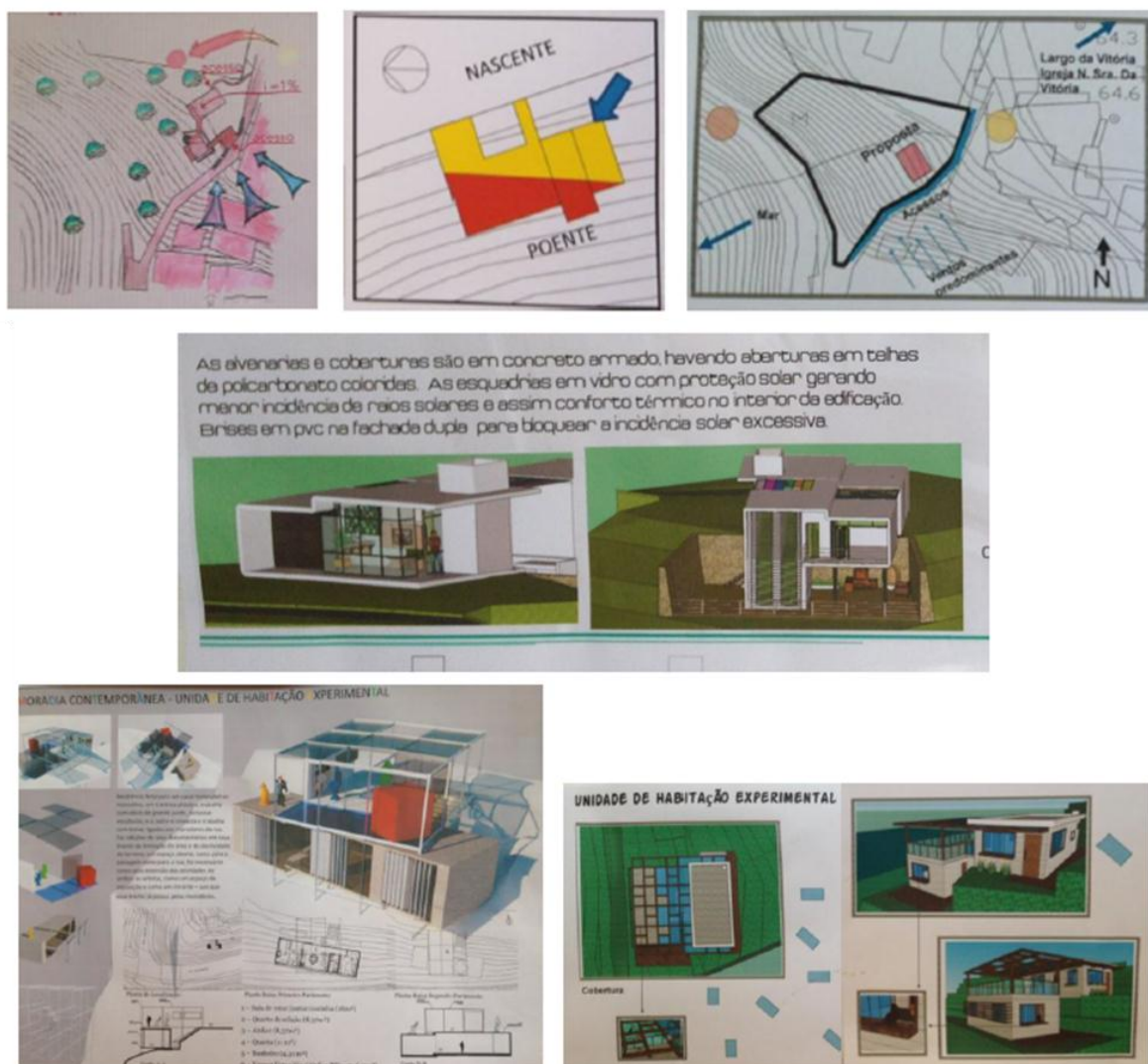
FACULDADE	CIDADE	PERÍODO	GRADE CURRICULAR VINCULADA AO CONFORTO AMBIENTAL	SEMESTRE	CARGA HORÁRIA (horas/aula)	CARGA HORÁRIA TOTAL
1	Pres. Prudente - SP	Integral ou Noturno	Insolação e Iluminação Natural	2º	80	200
			Desempenho Térmico de Edificações	4º	40	
			Desempenho Térmico Urbano	5º	40	
			Acústica	7º	40	
2	Araçatuba - SP Assis - SP Bauru - SP	Noturno	Conforto Ambiental - Insolação e Iluminação	2º	30	180
			Conforto Ambiental - Insolação e Ventilação	4º	30	
			Conforto Ambiental - Acústica	5º	30	
			Conforto Ambiental - Acústica (Projeto de Auditório)	6º	30	
			Seminários de Conforto Ambiental	10º	60	
3	Araçatuba - SP	Noturno	Conforto Ambiental I	6º	80	160
			Conforto Ambiental II	7º	80	
4	Lins - SP	Não Informado	Conforto Ambiental I	6º	80	160
			Conforto Ambiental II	7º	80	
5	Bauru - SP	Noturno	Conforto Térmico e Lumínico	4º	72	144
			Conforto Acústico	5º	72	
6	Tupã - SP	Noturno ou Diurno	Conforto Ambiental Térmico	4º	36	144
			Conforto Ambiental Lumínico	5º	72	
			Conforto Ambiental Sonoro	6º	36	
7	Avaré - SP	Noturno	Conforto Ambiental I	6º	60	120
			Conforto Ambiental II	7º	60	
8	Ourinhos - SP	Noturno ou Diurno	Conforto Ambiental I	3º	36	108
			Conforto Ambiental II	4º	72	
9	Araçatuba - SP	Noturno	Conforto Ambiental	5º	80	80
10	Marília - SP	Noturno	Conforto Ambiental I	5º	40	80
			Conforto Ambiental II	6º	40	
11	Marília - SP	Noturno	Conforto Ambiental	6º	60	60
12	Pres. Prudente - SP	-	Não informado no site	-	-	-

Fonte: Do autor, 2019 (levantamento realizado nos sites das instituições).

Como resultado, os projetos desenvolvidos pelos alunos em disciplinas projetuais apresentam grandes deficiências de desempenho térmico e lumínico. Nos trabalhos apresentados pelos alunos, Freire (2017) identificou a utilização desenfreada de grandes superfícies envidraçadas, muitas vezes sem referências a elementos de sombreamento, ou então inseridos de maneira genérica, sem estudos de máscaras de sombra do entorno ou para o dimensionamento dos elementos de proteção, estando os estudos de incidência solar e de ventos limitados em plantas de localização, com indicação do sol nascente e poente, e setas que representam o vento predominante (Figura 2). No mesmo sentido, ao apresentarem os resultados da aplicação do conforto térmico na prática de ensino de projeto em um curso de

Arquitetura e Urbanismo da Universidade Regional de Blumenau (FURB), Bogo, Peixer e Koball (2016) evidenciaram problemas relacionados ao controle da insolação nos projetos, com ambientes de grande permanência voltados para orientações de incidência solar vespertina e ausência de elementos de controle solar.

FIGURA 2 – Exemplos da negligência ou simplificação exagerada dos conceitos bioclimáticos por alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFBA.



Fonte: Freire, 2017.

Kowaltowski et al. (1998) justificam a dificuldade de aplicação de métodos científicos no processo projetual, por parte dos alunos:

As dificuldades relacionadas com a concepção de métodos de transferência de conhecimento provêm de duas causas: primeiro, do processo criativo do projeto arquitetônico, **baseado na tentativa e erro e raramente no procedimento científico de conjecturas e refutações através de experimentos**. A segunda causa é a **dificuldade de apresentar visualmente certos fenômenos**

relacionados ao conforto ambiental. (KOWALTOWSKI et al., 1998, p. 372, grifos do autor).

Neste sentido, Saramago e Bortoli (2012) evidenciam que os alunos de cursos de Arquitetura e Urbanismo geralmente possuem habilidades visuais e que, portanto, enquanto as disciplinas de conforto se pautam na introdução dos conceitos por meio de dados, ábacos, tabelas, gráficos, fórmulas e grandezas, a compreensão deles poderia ser facilitada por meio da exploração de métodos qualitativos, que permitissem a melhor visualização do fenômeno investigado. Assim, as autoras defendem o uso de computadores em sala de aula, mediante o emprego de programas computacionais e educacionais.

No entanto, neste contexto, a defasagem de laboratórios de conforto é outro obstáculo a ser vencido (Viana, 2001). “Dentre as deficiências no ensino de eficiência energética mais relevantes podemos destacar também a falta de laboratórios e equipamentos, para melhor apreensão do conteúdo” (DOURADO; AMORIM, 2009, p. 1098). Isso dificulta a possibilidade de apreensão visual, por parte dos alunos, dos conceitos científicos apresentados, limitando os estudos a aulas expositivas com pouca ou nenhuma demonstração de aplicabilidade. Essa deficiência é presente na instituição coparticipante desta pesquisa, pois, por essa ser a primeira vez em que a disciplina será aplicada para a turma de arquitetura e urbanismo, o laboratório de conforto ambiental ainda não foi planejado.

No mesmo sentido caminha a precariedade dos laboratórios de informática e, ao mesmo tempo, a inexistência de programas computacionais de análise de desempenho ou de conforto térmico que possam ser utilizados no âmbito educacional. Para a utilização destes, seriam necessárias capacitações extraclasse (DELBIN, 2006), já que, em sua maioria, possuem interfaces não muito amigáveis (REINHART et al., 2012) e requerem o conhecimento de fenômenos termofísicos avançados (BONDARS, 2013), uma vez que não são desenvolvidos para o ensino, mas sim para a pesquisa ou para o uso profissional (LIMA, 2012). Como abordado acima, as atividades extracurriculares programadas, necessária para a capacitação dos alunos quanto à utilização das ferramentas, são de difícil adesão, considerando sua rotina pessoal. No sentido oposto, as ferramentas computacionais geradoras, as quais possuem interfaces mais amigáveis e intuitivas, são mais voltadas para o ensino e demonstração de conceitos específicos, de modo que, para atuarem como

auxiliadoras do processo de tomadas de decisão, precisam ser utilizadas em conjunto, e estruturadas por um método bem definido (discutido no tópico 2.3.4).

As limitações evidenciadas caracterizam um modelo didático-pedagógico que não contempla a integração entre teoria e prática do conforto ambiental e sua aplicabilidade em disciplinas de projeto. Como conclusão, evidencia-se a necessidade de um novo modelo de ensino para as disciplinas de conforto ambiental. Segundo Vianna (2001),

A aula tradicional, de lousa, totalmente teórica, sem imagens e sem referência ao real, **já deveria ter sido extinta**. A forma tradicional de se ver o ensino **parte do pressuposto do professor como um detentor de um cabedal de conhecimentos**, quase como um balde cheio de informações e de outro lado o aluno com suas “n canequinhas”, uma para cada disciplina cursada, e que ele tenta preencher com parte dos conhecimentos que lhe são despejados, parte dos quais ele tenta reconhecer, entender e **raramente aplicar**. (VIANNA, 2001, p. 6, grifos do autor).

O autor postula as principais estratégias de abordagem que deveriam ser assumidas para construir esse novo modelo de ensino, das quais se destacam: a busca pela habilidade de síntese arquitetônica por parte dos alunos; a busca do equilíbrio entre teoria e prática; a prática como processo didático; e a relação pedagógica professor-aluno como parte fundamental para o processo de ensino e aprendizado (VIANNA, 2001, p. 6). Considerando as limitantes identificadas neste capítulo, esse modelo também precisa contornar os problemas relacionados à baixa carga horária atribuída às disciplinas de conforto ambiental nas faculdades particulares de Arquitetura e Urbanismo, à inexistência ou defasagem de laboratórios de conforto ambiental com as ferramentas adequadas, ao número, muitas vezes excessivo, de alunos por classe, e à sua rotina pessoal, muitas vezes conturbada.

Neste sentido, as metodologias ativas de ensino, em particular a metodologia da Sala de Aula Invertida, surgem como instrumentos potenciais para alcançar os objetivos destacados por Vianna (2001), ao mesmo tempo em que podem ser facilmente adaptadas aos fatores limitantes encontrados no contexto atual do ensino-aprendizagem do conforto ambiental e dos cursos de Arquitetura e Urbanismo como um todo.

2.2 Sala de Aula Invertida: Uma Metodologia Ativa de Ensino

2.2.1 Metodologias ativas e as teorias pedagógicas

As metodologias ativas de ensino tem como fundamento o aperfeiçoamento pedagógico, utilizando, como estratégia de ensino-aprendizagem, a problematização referente a experiências reais ou simuladas, buscando assim a solução dos desafios oriundos às atividades práticas em diferentes contextos (OLIVEIRA, 2016). Segundo Diesel, Baldez e Martins (2017), essas metodologias se constituem de alguns princípios básicos, descritos abaixo (Figura 3):

FIGURA 3 – Princípios que constituem as metodologias ativas de ensino.



Fonte: Diesel, Baldez e Martins, 2017.

- Aluno como centro do processo de aprendizagem: o aluno é inserido como protagonista no processo de construção do próprio conhecimento, uma vez que é exigida dele a participação efetiva em sala de aula, por meio de ações e construções mentais variadas, ao contrário do que acontece no ensino tradicional, no qual o aluno é mero expectador.
- Autonomia: as metodologias ativas desenvolvem no aluno a autonomia e motivação necessária para enfrentar os problemas profissionais futuros, ao simular esse enfrentamento ainda no processo de aprendizagem.
- Reflexão e problematização da realidade: nas metodologias ativas, os conteúdos são problematizados, discutidos e aplicados, ao invés de simplesmente transmitidos. O conhecimento é articulado com possibilidade real de aplicação, sendo atribuído a ele maior sentido, significado e contextualização na futura profissão do

aluno. Assim, ao condicionar os alunos a refletirem sobre o conteúdo, altera-se os constructos cognitivos já existentes, e diminui-se a lacuna entre teoria e prática.

- Trabalho em equipe: ao contrário da metodologia tradicional, na qual os alunos são inibidos de se comunicar, compartilhar ideias e dúvidas, nas metodologias ativas essa interação e comunicação não é apenas bem-vinda como é essencial. Apenas com essa interação e comunicação entre os alunos, e entre eles e o professor, é possível estimular sua capacidade de expressão e argumentação, fazendo-os não apenas atuar sobre o problema, mas também justificar e discutir as implicações das soluções encontradas.

- Inovação: para superar o modelo da abordagem tradicional de ensino, ainda dominante, é importante que, tanto o professor quanto os alunos, assumam um perfil inovador no âmbito educacional, abrindo suas mentes para as novas metodologias, renovando-as, inventando-as ou até criando-as.

- Professor - mediador, facilitador, ativador: nas metodologias ativas, o professor não assume o simples papel de transmissor do conhecimento. Nelas, o professor é mediador, ao conduzir o processo de aprendizagem colaborativo entre os alunos acima de um determinado objeto de estudo, sem perder de vista as potencialidades e dificuldades individuais de cada um deles. É facilitador, ao estabelecer as conexões entre a teoria e a prática, quando elas são necessárias, escolhendo o que é relevante dentre o mar de informações disponíveis. E é ativador, ao estimular a aplicação dos alunos sobre a prática educativa, provocando, desafiando e promovendo a construção autônoma do conhecimento, fazendo com que eles, e não mais o professor, sejam o centro do processo de aprendizagem. Entretanto, isso exige competências intelectuais, afetivas e gerenciais, por parte do professor, que irá se deparar com situações inusitadas e imprevisíveis.

Ainda segundo as autoras, as metodologias ativas encontram uma grande contribuição no interacionismo. De acordo com a visão dessa corrente teórica, o próprio aluno se constrói como sujeito de sua aprendizagem, cabendo ao professor (mediador) propiciar o ambiente e meios necessários para que essa aprendizagem aconteça. Os principais representantes dessa corrente teórica são Jean Piaget, mais inclinado à abordagem das etapas do desenvolvimento cognitivo (construtivismo), e Lev Vygotsky, mais inclinado à abordagem social do interacionismo (sócio-interacionismo).

Segundo Santos, Oliveira e Junqueira (2014), a visão construtivista de Piaget proporcionou grande contribuição para os processos de ensino, por levar à conclusão de que o aluno tem papel ativo em seu aprendizado. De acordo com sua teoria da epistemologia genética (PIAGET, 1970), a aquisição do conhecimento se dá por meio da relação entre sujeito e objeto, representada pelos processos de assimilação, acomodação e equilíbrio.

No processo de assimilação acontece a interpretação do conteúdo transmitido pelo objeto de estudo, de modo que as informações são incorporadas na estrutura cognitiva pré-existente do indivíduo (ABREU et al., 2010). Nesse processo, algumas informações são assimiladas e outras são deixadas de lado, relativamente a como a estrutura cognitiva pré-existente é constituída. No processo de acomodação, a estrutura cognitiva pré-existente, que oferece certa resistência às novas informações, é modificada para se integrar ao novo conhecimento adquirido, por meio das pressões exercidas pelo meio. Dessa forma, enquanto a assimilação é relativa aos constructos cognitivos pré-existentes do indivíduo, a acomodação é influenciada pelas exigências do ambiente (PÁDUA, 2009).

A equilíbrio, por sua vez, é um processo dialético entre assimilação e acomodação, que acontece “através de sucessivas situações de equilíbrio - desequilíbrio - reequilíbrio que visam, por assim dizer, ‘dominar’ o objeto do conhecimento” e, para esse domínio, o sujeito é levado a “executar desde simples ações até operações sobre o objeto” (PÁDUA, 2009, p. 34). Nesse sentido, o processo de equilíbrio (equilíbrio-desequilíbrio-reequilíbrio) é essencial por obrigar as estruturas cognitivas do sujeito a se acomodarem à nova situação e informação, garantindo assim sua assimilação efetiva. Para isso, é necessário que a situação de aprendizagem condicione a interação da nova informação com a estrutura cognitiva já existente, e não apenas a sua recepção passiva.

Na visão piagetiana, a educação deve possibilitar à criança um processo amplo e dinâmico de incentivo a vivências significativas, ao longo do percurso definido pelos estágios de desenvolvimento cognitivo. **A escola deve partir dos esquemas de assimilação da criança e propor atividades desafiadoras, que provoquem desequilíbrios e reequilibrações sucessivas, promovendo a descoberta e construção do conhecimento. Portanto, os conflitos cognitivos são importantes para o desenvolvimento da aprendizagem.** (KOWALTOWSKI, 2011, p. 21, grifos do autor).

Esses desequilíbrios e reequilibrações se manifestam nas metodologias ativas de ensino por meio da criação de conflitos e problematizações entre os alunos

e o objeto de aprendizagem, de modo que, para ser aplicado em determinada situação, o conhecimento assimilado passe a ser confrontado com os esquemas cognitivos já existentes no aluno, até que esses esquemas se acomodem ao novo conhecimento.

Seguindo a linha de raciocínio construtivista, na qual o conhecimento é construído pela interação entre a nova informação e as estruturas cognitivas já existentes, a teoria de Piaget assume um caráter maturacional, de modo que, em sua visão, o desenvolvimento do indivíduo precede seu aprendizado (SOUZA FILHO, 2008). Assim, sua teoria defende a evolução da aquisição de conhecimentos com base em quatro estágios pelos quais os sujeitos evoluem, desde o total desconhecimento do mundo (estágio sensório motor), até a capacidade de assimilar o que está além dos limites de sua vivência (estágio operatório formal) (PÁDUA, 2009). Esse raciocínio maturacional consiste na primeira divergência entre as teorias de Piaget e de Vygotsky: enquanto para Piaget o desenvolvimento biológico precede a aprendizagem, para Vygotsky a aprendizagem pode acompanhar o processo de maturação, procedê-lo ou acelerá-lo (JÓFILI, 2012).

Outra divergência entre as duas teorias está no fato de que, enquanto Piaget enfatiza a interação do sujeito com os objetos, para Vygotsky a mediação social tem um papel crucial no processo de construção do conhecimento. Essa concepção fica explícita em sua teoria sobre a zona de desenvolvimento proximal, consistida como o percurso que o indivíduo percorre entre a potencialidade de resolver os problemas sob a orientação de alguém mais experiente (zona de desenvolvimento potencial), e a autonomia em resolver esses problemas de maneira independente (zona de desenvolvimento real) (SOUZA FILHO, 2008).

Dito de forma mais clara, implicaria em dizer que Vygotsky focaliza as funções do ambiente no desenvolvimento intelectual, ao advogar que a aprendizagem interage com o desenvolvimento, gerando seu avanço nas zonas de desenvolvimento proximal, onde as interações sociais e o contexto sociocultural são elementos essenciais. Por seu turno, Piaget defende que o desenvolvimento cognitivo se dá por meio do amadurecimento das estruturas lógicas (esquemas mentais), decorrente de processos endógenos de equilíbrio que precedem e limitam a aprendizagem, o que leva a concluir que as intervenções sociais atuariam como facilitadores do desenvolvimento, mas não determinantes de primeira ordem, lugar que estaria reservado para maturação dos esquemas. (SOUZA FILHO, 2008, p. 271).

Nesse sentido, a mediação instrumental, da teoria de Piaget, converge para a mediação social na teoria de Vygotsky, com a presença de um facilitador da

aprendizagem, que pode ser tanto o professor, quanto os próprios colegas de estudo, desde que essa instrução permita ao indivíduo receptor uma atitude de reconstrução, e não apenas de incorporação mecânica do conteúdo (SANTOS; OLIVEIRA; JUNQUEIRA, 2014).

[...] tanto as utilizações de recursos materiais ou psicológicos, como também a presença de agentes mediadores na figura do mais experiente, representam uma proposta pedagógica que parte do pressuposto de que o indivíduo constrói o conhecimento na sua interação com o meio, no entanto, essa relação é permeada por um contato com o outro, tendo aqui a clareza de que esse outro desempenhará um papel de extrema relevância no processo de aprendizagem. (SANTOS; OLIVEIRA; JUNQUEIRA, 2014, p. 17).

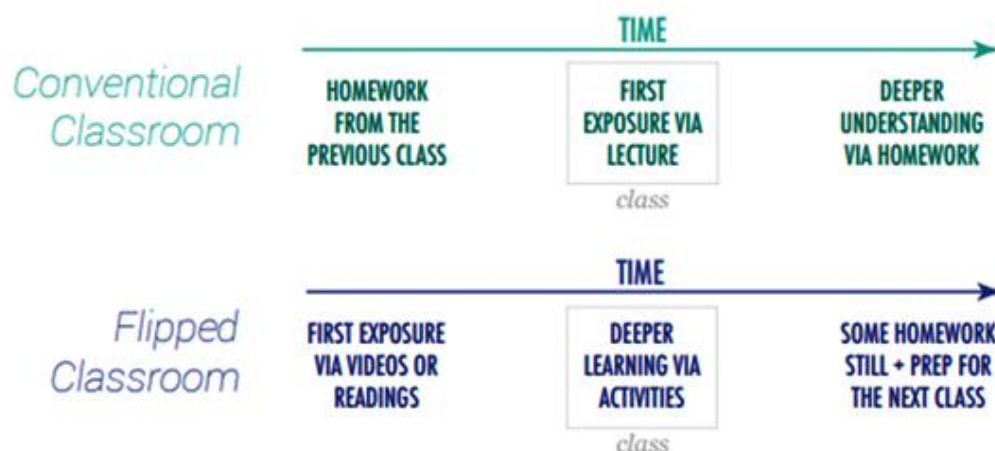
Esse raciocínio pode ser identificado nas metodologias ativas pelos princípios já expostos no início deste tópico, tanto pela necessidade de interação entre os alunos e o professor, que assume o papel de mediador, facilitador e ativador, quanto pela necessidade dessa interação entre os próprios alunos, por meio do trabalho em equipe e do exercício colaborativo (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017).

Por fim, apesar das divergências apresentadas acima, é importante evidenciar a compatibilidade das duas teorias em defesa do interacionismo e, em consequência, do desenvolvimento das metodologias ativas de ensino: enquanto o conceito de equilíbrio de Piaget explica como se dá a construção do conhecimento na relação sujeito e objeto, o conceito de desenvolvimento proximal de Vygotsky explica como as interações sociais e o contexto sociocultural interferem nesse processo (SOUZA FILHO, 2008).

2.2.2 A Sala de Aula Invertida

Sala de Aula Invertida (ou *Flipped Classroom*) é uma metodologia ativa de ensino desenvolvida e disseminada por Bergmann e Sams (2012). Nesse método, ao contrário do que acontece no tradicional (Figura 4), os alunos estudam o conteúdo da disciplina fora da sala de aula, no tempo que possuem disponível, e com total controle sobre o seu ritmo de estudo, “[...] dando espaço para que nas aulas propriamente ditas o professor possa utilizar atividades mais interativas, que desenvolvam habilidades de raciocínio mais complexas” (SUHR, 2016, p. 6). Conforme o autor, cabe ao aluno o estudo prévio dos conteúdos disponibilizados, enquanto ao professor cabe a organização de sequências de atividades de problematização a serem realizadas em sala, não mais sendo o responsável pela transmissão do conteúdo em si.

FIGURA 4 – Sequência metodológica da Sala de Aula Invertida, em comparação com a metodologia de ensino tradicional.



Fonte: The University of Queensland, 2018.

2.2.3 Potencialidades e limitações da Sala de Aula Invertida

Bergmann e Sams (2012), propulsores da metodologia, apontam, como suas principais potencialidades:

- Otimização do tempo para os alunos ocupados: os alunos controlam seu ritmo de estudos, e podem usar pequenas pausas em sua rotina para realizá-los.
- Controle das aulas por parte dos alunos: dentre uma vasta possibilidade de mídias nas quais os alunos podem realizar seus estudos prévios, Bergmann e Sams (2012) evidenciam a eficiência de videoaulas gravadas pelo próprio professor, uma vez que, além de não romperem a relação aluno-professor, o que pode causar estranhamento e desinteresse, essa opção permite aos alunos “pausar”, “rebobinar”, “acelerar” ou “desacelerar” o professor, submetendo a “aula expositiva” ao seu ritmo de aprendizado, de modo a não enfrentarem as dificuldades de “anotações apressadas”, frequentemente percebidas nas aulas tradicionais.
- Ensino personalizado: segundo os autores, enquanto na metodologia tradicional a maior atenção é direcionada aos melhores alunos (aqueles que levantam a mão primeiro e se mostram mais participativos), a metodologia da Sala de Aula Invertida permite o conhecimento profundo, por parte do professor, das dificuldades e potencialidades de cada aluno, sendo possível concentrar a atenção àquele grupo de alunos que estejam demonstrando maiores dificuldades no conteúdo (constituindo subgrupos de reforço). Para os grupos de alunos com dificuldades, podem ser

estabelecidos “contratos individuais”, sendo solicitadas a resolução de exercícios extras fora do horário de aula, ou sendo estabelecidos, inicialmente, objetivos instrucionais mais simples, que exijam menor nível de abstração, de modo que “tais alunos alcançarão os objetivos essenciais, em vez de se acuarem em alguns dos tópicos mais avançados, que talvez apenas os confundam” (BERGMANN; SAMS, 2012, p. 25). Essa possibilidade facilita o desenvolvimento das atividades em turmas que possuem uma relação aluno/professor muito alta (problemática evidenciada no tópico 2.1). A triagem dos alunos quanto ao seu nível de dificuldade pode ser feita pelo professor fora da sala de aula, ao avaliar os exercícios de fixação realizados por eles nas plataformas online, o que também facilita o gerenciamento da turma em sala de aula. A metodologia também permite a maior integração entre os alunos, de modo que aqueles mais engajados colaborem para o aprendizado de seus colegas com dificuldades.

Bergmann e Sams (2012) enfatizam o papel essencial das aulas presenciais e do papel do professor em sala de aula, ao contrário de muitas indagações sobre o modelo da Sala de Aula Invertida se pautar nos princípios do ensino à distância. Valente (2004) evidencia essa preocupação coletiva sobre o “barateamento do processo educacional” que está em jogo, como resultado de uma maior autonomia de preparo dos alunos em relação à inversamente proporcional qualificação dos professores em sala de aula. Nesse sentido, Bergmann e Sams (2014) defendem a obrigatoriedade de proficiência do professor sobre o conteúdo e, inclusive, a necessidade de um maior preparo do mesmo para programar as atividades e lidar com os diversos problemas práticos que podem surgir.

Não estamos defendendo a substituição das salas de aula e dos professores de salas de aula pela instrução on-line. Na verdade, acreditamos com convicção que a inversão da sala de aula promove a fusão ideal da instrução on-line e da instrução presencial, que está ficando conhecida como sala de aula “híbrida”. (BERGMANN; SAMS, 2012, p. 23).

Considerando o caráter ainda inédito da aplicação dessa metodologia em vários contextos acadêmicos, Suhr (2016) realizou uma investigação com coordenadores e professores que estão trabalhando com a metodologia, afim de perceber dificuldades que, apesar de particulares e não generalizáveis, possam apontar tendências e contribuir para a experiência de outros professores que possam passar pelas mesmas situações.

A principal dificuldade apontada pelos entrevistados está no fato de os alunos não estarem cumprindo sua parte como responsáveis pelos próprios estudos, o que estaria dificultando e até impossibilitando a realização das atividades em sala de aula. As causas apontadas são:

- O peso da cultura instituída de passividade do aluno e centralidade do professor na exposição dos conteúdos: uma parte dos entrevistados atribuiu o insucesso da Sala de Aula Invertida ao fato de os alunos esperarem e desejarem aulas expositivas, devido à sua experiência anterior exclusivamente pautada na metodologia tradicional. Nesse sentido, Suhr (2016) alerta que o próprio professor precisa acreditar no método e passar essa segurança para os alunos, deixando claro que, apesar de os próprios alunos serem responsáveis por seu ritmo de aprendizagem conceitual, as aplicações em sala de aula, e assim, o papel do professor como facilitador, são de extrema importância para a fixação efetiva do conteúdo. Neste sentido, Suhr (2016) também pondera a possibilidade de as ansiedades e dificuldades dos alunos diminuir conforme conheçam melhor e se sintam mais à vontade com a metodologia, e conforme perceberem os ganhos de aprendizagem nesse modelo de organização do trabalho pedagógico.

- A situação do aluno-trabalhador: a maioria dos entrevistados alegou que os alunos não têm tempo para realizar os estudos propostos fora da sala de aula, pois são trabalhadores, e só possuem o final de semana para essas atividades. Embora essa constatação já tenha sido levantada anteriormente por esta pesquisa, Suhr (2016, p.11) contesta que “é impossível que o aluno dê conta dos conteúdos que precisa aprender sem leituras, reflexão, estudo. E estas atividades não podem ser realizadas apenas no limite das horas-aula presenciais”. Esse fato não se limita apenas à metodologia da Sala de Aula Invertida, mas também (e talvez até em maiores proporções) às metodologias tradicionais, que propõem as atividades práticas como exercícios extraclasse, sem o auxílio do professor-facilitador.

- As limitações dos alunos no que se refere à compreensão dos materiais disponíveis: alguns entrevistados alegam que um grupo de alunos, apesar de se empenharem nos estudos extraclasse, possuem lacunas na formação recebida na educação básica, encontrando dificuldades de compreensão dos materiais disponibilizados. Nesse sentido, Suhr (2016) esclarece que esse fator, assim como a situação do aluno-trabalhador, escapam da ação didático-pedagógica relacionada ao ensino superior, independente da metodologia adotada para tal. Entretanto, a autora

pondera a necessidade de se refletir sobre o papel do ensino superior na atualidade, revendo a estruturação curricular para a inclusão de estratégias de atendimento a essas necessidades básicas. Além disso, como já apontado acima, na Sala de Aula Invertida o ensino se torna personalizado e, assim, a mitigação das lacunas de aprendizado pode ser mais facilmente realizada.

Suhr (2016) também investigou as estratégias dos professores frente às dificuldades de comprometimento, por parte dos alunos. Nessa investigação, a autora constatou 3 possibilidades:

- Professores que chamam a atenção dos alunos, explicando que precisam fazer sua parte para garantir a aprendizagem: segundo Suhr (2016), essa ação deve ser feita com cautela pois, ao expor os alunos em público, pode-se conseguir o contrário do que se espera, e a resistência por parte deles pode aumentar. É necessário deixá-los cientes de cada objetivo instrucional e do resultado esperado por cada atividade realizada em sala de aula, mas não repreendê-los de forma ríspida, ou impondo uma empatia forçada, julgando-os quanto à sua passividade diante da situação.

- Professores que deixam os alunos “sentirem na pele” as consequências por não terem feito o auto estudo: nesse caso, os professores entram em sala de aula e direcionam as atividades partindo do pressuposto de que os alunos realizaram os estudos previamente solicitados, de modo que os que não fizeram passem a realizá-los conforme comecem a sentir as dificuldades durante a realização das atividades. Suhr (2016) aponta que essa estratégia é interessante ao evidenciar a segurança e confiança do professor no método proposto, e ao considerar (corretamente) que o ensino superior exige um maior tempo de dedicação dos alunos. Entretanto, a autora pondera que o radicalismo pode não garantir o aprendizado dos alunos, de modo que é necessário sim considerar a situação de cada um como indivíduo, dando a devida atenção quando ela se mostrar necessária.

- Professores que mudam o planejamento das aulas presenciais, explicando o conteúdo em sala e diminuindo o tempo para as atividades de aplicação: segundo Suhr (2016), apesar de contrariar os princípios da Sala de Aula Invertida, essa postura é cuidadosa, e se enquadra na necessária flexibilidade do planejamento. Bergmann e Sams (2012) afirmam que é importante dedicar os primeiros minutos de aula para tirar as dúvidas levantadas pelos alunos em relação às videoaulas, de modo que, antes das atividades práticas, sejam fechadas as lacunas sobre o conteúdo e, ao mesmo

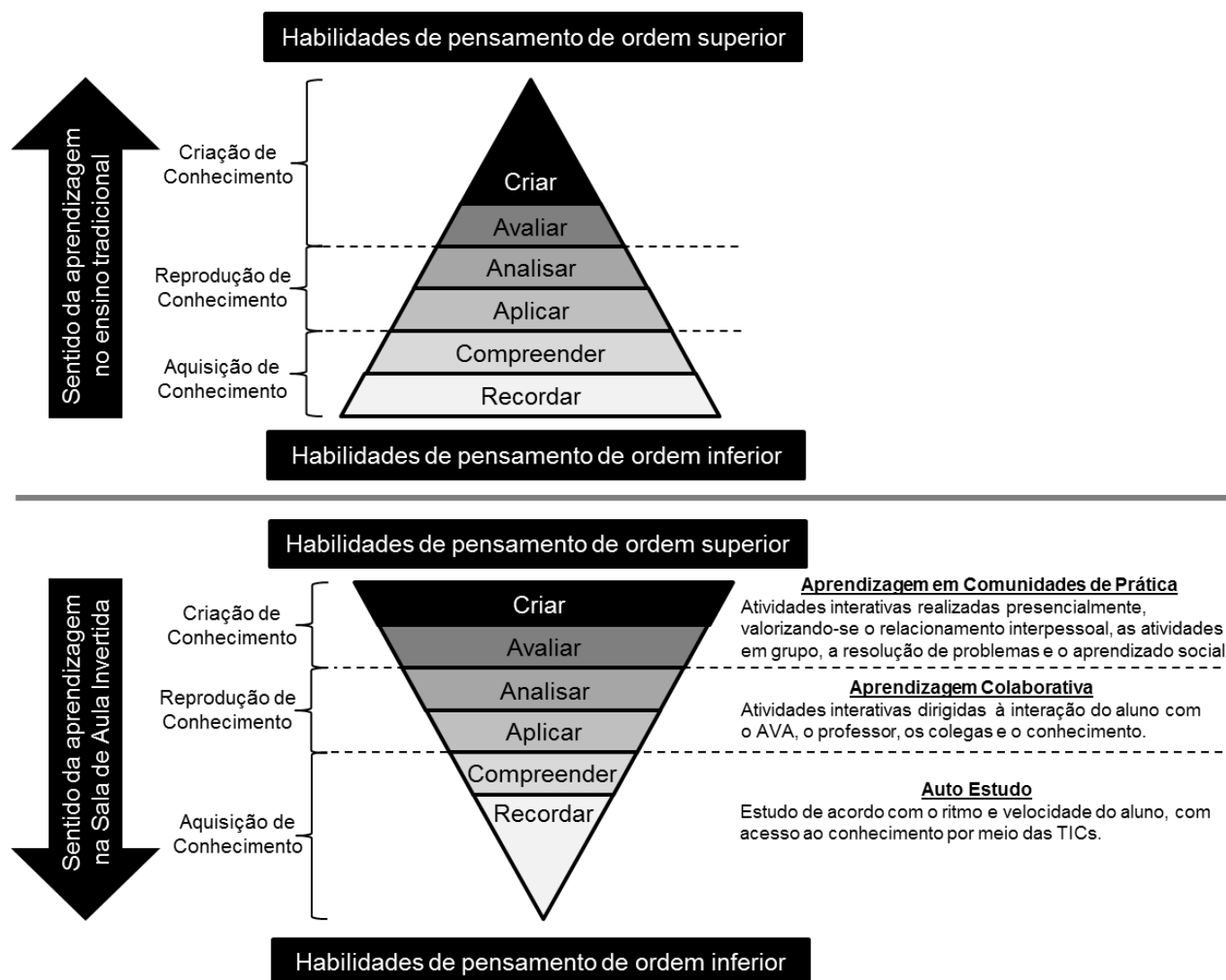
tempo, identificadas inadequações sobre a abordagem do tópico, para futuras melhorias e correções das videoaulas. Entretanto, esse cuidado deve se limitar a breves retomadas de conteúdo, na constituição de grupos de reforço, para aqueles alunos que não compreenderam bem o conteúdo, ou de grupos que irão consultar o conteúdo juntos em sala de aula, para aqueles que não puderam consultá-lo fora dela. Assim, a atenção do professor-facilitador ainda pode ser direcionada às atividades realizadas por aqueles alunos que conseguiram se preparar. Contudo, é preciso evidenciar que, no início do processo, os alunos que consultam o conteúdo apenas em sala de aula perderão as atividades propostas, sendo necessário que se adequem gradativamente aos estudos extraclasse (BERGMANN; SAMS, 2012).

2.2.4 Resultados de aprendizagem: Sala de Aula Invertida x sala de aula tradicional

Segundo Schneider et al. (2013) o aporte teórico utilizado por Bergmann e Sams (2012) para o desenvolvimento do modelo da Sala de Aula Invertida se encontra na Taxonomia de Bloom (1956), revisada por Anderson et al. (2001). Esse instrumento (apresentado com mais detalhes no tópico 3.2.2), visa classificar os objetivos instrucionais e educacionais das estratégias de ensino, das habilidades mais simples exigidas aos alunos, até as habilidades mais complexas, sendo elas, em ordem crescente: lembrar (recordar), compreender (entender), aplicar, analisar, avaliar e criar (FERRAZ, BELHOT, 2010). Segundo Schneider et al. (2013), e como apresentado na Figura 5, o modelo tradicional de ensino segue a ordem dos processos cognitivos de forma hierárquica, dos mais rasos aos mais profundos, muitas vezes não alcançando as fases mais complexas de abstração. Já a proposta de Bergmann e Sams (2012) permite o alcance prioritário aos maiores níveis de abstração, uma vez que o aluno, em atividades de auto-estudo,

[...] dedica-se a aquisição de seu próprio conhecimento, dedicando o tempo necessário a atividade de acordo com suas características de aprendizagem [...] Dentro da metodologia proposta **os encontros presenciais do aluno são dedicados às ações de criar e avaliar**, que são habilidades superiores de pensamento. Estas seriam o foco dos encontros entre professores e alunos, **deixando as habilidades básicas para atividades orientadas de estudo individuais**, a serem realizadas autonomamente pelos alunos. (SCHNEIDER et al., 2013, p. 74, grifos do autor).

FIGURA 5 – Estímulos aos processos cognitivos da Taxonomia de Bloom: ensino tradicional x Sala de Aula Invertida.



Fonte: Adaptado de Schneider et al. (2013).

Como resultados de aprendizado, além das próprias experiências relatadas por Bergmann e Sams (2012), alguns estudos confirmam a eficácia dessa metodologia, comparativamente à metodologia tradicional, tanto no desenvolvimento cognitivo dos alunos (principalmente para aqueles alunos que possuem maiores dificuldades cognitivas), quanto em seus níveis de satisfação com as disciplinas (BERGFJORD; HEGGERNES, 2016; TREVELIN; PEREIRA; NETO, 2013). Segundo Ramal (2015, disponível em: <http://g1.globo.com/educacao/blog/andrea-ramal/post/sala-de-aula-invertida-educacao-do-futuro.html>):

Em Harvard, nas classes de cálculo e álgebra, os alunos inscritos em aulas *invertidas* obtiveram ganhos de até 79% a mais na aprendizagem do que os que cursaram o ensino tradicional. Na Universidade de Michigan, um estudo mostrou que os alunos

aprenderam em menos tempo. O MIT (Massachusetts Institute of Technology) considera a *Flipped Classroom* fundamental no seu modelo de aprendizagem. O método é adotado em escolas da Finlândia e vem sendo testado em países de alto desempenho em educação, como Singapura, Holanda e Canadá. (RAMAL, 2015, n.p).

Entretanto, um estudo em particular (AMRESH; CARBERRY; FEMIANI, 2013) identificou traços significantes de insatisfação nos alunos, principalmente devido às longas durações e composições monótonas das videoaulas gravadas pelos professores, apesar de também constatar ótimos resultados no desenvolvimento cognitivo dos alunos, comparativamente à metodologia tradicional. Na pesquisa de Pavanelo e Lima (2017), os alunos apontaram que as videoaulas deveriam possuir, no máximo, 20 minutos, confirmando essa tendência. Neste sentido, Bergmann e Sams (2012) recomendam videoaulas de, no máximo, 15 minutos, com falas entusiasmadas, objetivas, com imagens, anotações, esquemas e a utilização do *zoom*.

Esta pesquisa propõe o planejamento e aplicação de uma estratégia de ensino que estimule a integração do conteúdo relacionado à arquitetura bioclimática com o processo projetual, pautando-se nos princípios da Sala de Aula Invertida associados aos conceitos da Aprendizagem Baseada em Projetos (Project Based Learning – PBL), apontada por Bergmann e Sams (2012) como estratégia ideal a ser adotada para os exercícios em sala de aula. Foram consideradas como premissas a constatada eficácia dessa metodologia ativa de ensino, isoladamente, e comparativamente à metodologia tradicional, a sua aplicabilidade diante às problemáticas evidenciadas no capítulo anterior, assim como as diretrizes identificadas na literatura e apontadas neste capítulo.

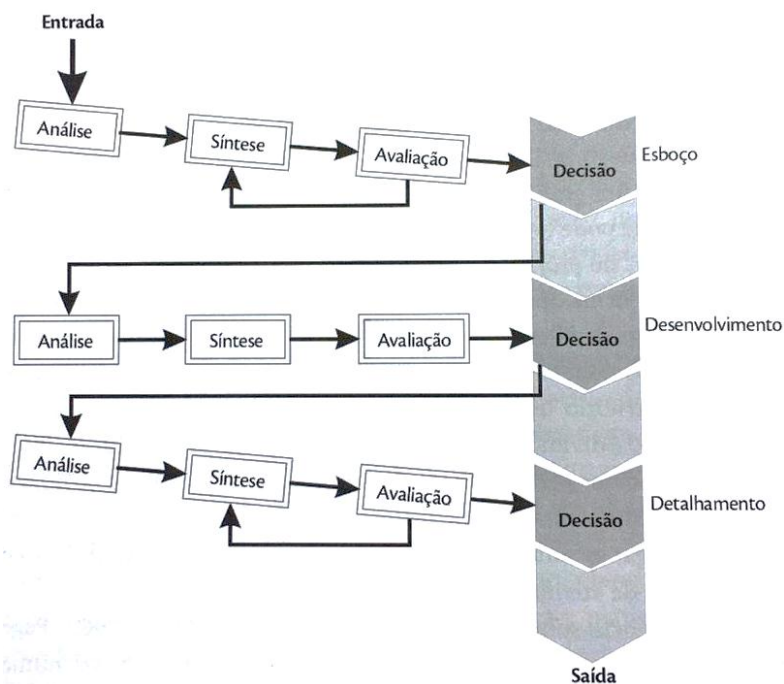
2.3 Conforto Ambiental no Contexto do Processo Projetual

Partindo-se do princípio de utilizar, dentro da metodologia ativa, o processo projetual para estimular a capacidade de aplicação dos conceitos de arquitetura bioclimática, será apresentada abaixo uma investigação de como esse processo acontece.

Segundo Andrade, Ruschel e Moreira (2011, p. 99, grifos do autor) “O processo de projeto arquitetônico é dinâmico, composto por diversas **fases** intercaladas por **ciclos de decisões** e métodos diversificados, dos mais sistemáticos aos mais intuitivos”. Para cada fase do processo de projeto (**esboço**,

desenvolvimento e detalhamento) existe uma sequência de decisões a serem tomadas, cada uma constituída pelos processos cognitivos de **análise**, **síntese** e **avaliação** (Figura 6).

FIGURA 6 – Modelo de processo de projeto e sequência de decisões.



Fonte: Andrade, Ruschel e Moreira (2011), com base em Markus (1971) e Lawson (2005).

O processo de *análise* consiste no “[...] ordenamento e a estruturação do problema [...]” (LAWSON, 2011, p.45), “[...] onde são identificadas as partes que constituem o contexto em que ocorre a intervenção do projetista [...]” (MOREIRA; RUSCHEL, 2015, p. 69). Assim, analisa-se as condicionantes de projeto presentes na atual etapa, determinando novas restrições e requisitos a serem supridos no processo de síntese.

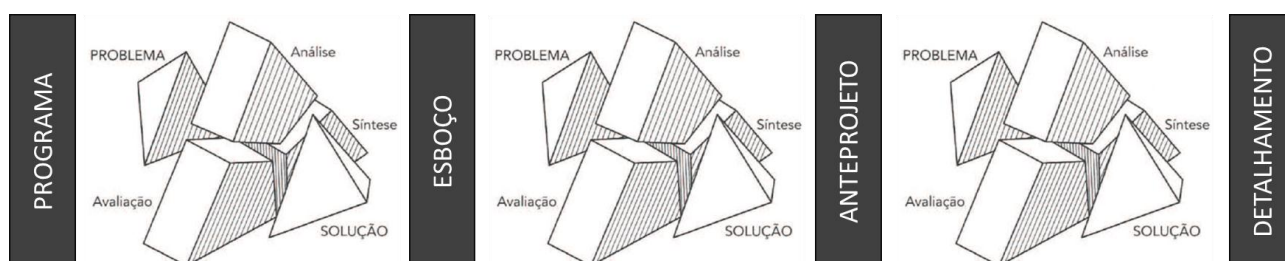
O processo de *síntese* consiste na “[...] tentativa de avançar e criar uma resposta ao problema [...] levantado na fase de análise.” (LAWSON, 2011, p.45). Assim, as novas decisões de projeto, referentes a sua etapa atual, são tomadas.

O processo de *avaliação* consiste na “[...] crítica das soluções sugeridas em relação aos objetivos identificados na fase de análise.” (LAWSON, 2011, p.45). No processo de avaliação, “quando alguma deficiência é identificada, modifica-se o que for necessário e propõe-se outra solução.” (PAULA, 2015, p. 48). Assim, podem ser validadas ou repensadas as decisões tomadas, ou determinados novos requisitos de

projeto com base nas limitações atuais a serem considerados como parte das restrições e requisitos no próximo processo de análise.

Os 3 processos cognitivos se repetem na transição entre as etapas de projeto, das mais iniciais até as finais. Isso representa um ciclo iterativo dentro do processo cognitivo inerente a cada fase de projeto (Figura 7). A ordem dos processos não é linear: a partir da avaliação, pode-se considerar necessário voltar a fase de síntese, ou de análise, por exemplo, antes de se consolidar a decisão necessária para prosseguir para a próxima etapa. Entretanto, acabam inerentemente existindo como ponte entre problema e solução em cada etapa do projeto (programa, esboço, anteprojeto e detalhamento). Assim como não há uma hierarquia linear para os processos cognitivos de tomadas de decisão, não há uma hierarquia linear para os processos de projeto: é possível iniciar um projeto da etapa de detalhamento em direção a decisões de âmbito geral, assim como retornar às etapas de projeto anteriores quando se considerar necessário (ANDRADE; RUSCHEL; MOREIRA, 2011).

FIGURA 7 – O processo de projeto como negociação entre problema e solução para a evolução entre suas etapas.



Fonte: Do autor (2019), baseado em Andrade, Ruschel e Moreira (2011) e Lawson (2011).

Existem diversas definições para as etapas do processo projetual, entretanto, todas caminham no mesmo sentido. Pietrobon, Toledo e Pietrobon (1995) consideram as etapas “programação, estudos preliminares, anteprojeto, e projeto desenvolvido”, enquanto Pedrini e Szokolay (2005) consideram as etapas “programa, esboço e detalhamento”. Com base na discussão apresentada por Andrade, Ruschel e Moreira (2001), serão assumidas como fases do processo projetual as etapas de **programação, esboço, desenvolvimento (ou anteprojeto) e detalhamento**.

A estratégia de ensino sugerida por esta pesquisa tem enfoque nas fases iniciais do processo projetual (programação, esboço, e desenvolvimento), pois, segundo Boni (1997, p. 598), “muito antes de saber verificar e especificar a espessura

e composição necessária das paredes e coberturas, as propostas deveriam esgotar as tentativas de se moldar tipologicamente às exigências naturais do ambiente natural em que fossem inseridas”. Além disso, o ponto crítico das tomadas de decisão voltadas ao desempenho térmico e energético das edificações está na transição entre a fase de programa e a fase de esboço (BALCOMB; CURTNER, 2000).

Há dois momentos chave no início do processo de projeto nos quais a sustentabilidade final da edificação já é determinada. O primeiro é durante a programação, quando as estratégias de eficiência energética mais importantes deveriam ser selecionadas. O segundo é durante o esboço de projeto, quando uma escolha é feita entre dois ou mais esquemas que foram propostos [...] A maioria dos atributos necessários para alcançar a eficiência energética e a sustentabilidade tem pouco ou nada a ver com os detalhes da geometria edificada [...] Muitas decisões críticas podem, de fato, ser feitas antes de o processo projetual começar. (BALCOMB; CURTNER, 2000, p. 1-2, traduzido pelo autor⁵).

Como é possível observar no Quadro 2, as decisões tomadas nas primeiras etapas de projeto (programação arquitetônica e anteprojeto juntas) são as principais responsáveis pela maior qualidade de conforto e, conseqüentemente, maior economia de energia da edificação (DELBIN, 2006).

QUADRO 2 – Potencial de economia energética por estágio do projeto

ESTÁGIO DO PROJETO	POTENCIAL DE ECONOMIA (%)
Programação arquitetônica	0-10
Anteprojeto	40-50
Desenvolvimento do projeto	30-40
Sistema construtivo	0-10
Gerenciamento da construção	0-10
Pós-construção / manutenção	10-12

Fonte: HIRST, E. et al. (1986) apud DELBIN, 2006.

⁵ There are two key points early in the building design process in which the ultimate sustainability of the final building is determined. The first is during predesign, when the most important energy-efficient strategies should be selected. The second is during preliminary design, when a choice is made between two or more competing design schemes that have been proposed [...] Most building attributes required to achieve energy efficiency and sustainability have little or nothing to do with the details of building geometry [...] Many critical decisions can truly be made before design starts. (BALCOMB; CURTNER, 2000, p. 1-2).

Neste sentido, é preciso dar a devida relevância aos parâmetros geométricos: forma, volume, orientação, distribuição dos espaços, parâmetros de dimensionamento, e localização de aberturas (KOWALTOWSKI; LABAKI, 1993). De fato, os parâmetros geométricos são os que mais influenciam significativamente no desempenho térmico da edificação (SHAVIV; CAPELUTO, 1992 apud MACIEL, 2006). Segundo Pedrini e Szokolay (2005),

As primeiras decisões arquitetônicas são as mais importantes e por isso deveriam ser tomadas da forma mais consciente possível. Do contrário, o melhoramento do projeto se torna limitado porque as fases de detalhamento apresentam inúmeras limitações quanto a alterações. (PEDRINI; SZOKOLAY, 2005, p. 40).

Assim, o refinamento dos detalhes, como a escolha dos materiais de construção, devem ser usados apenas para assegurar o nível de conforto desejado (KOWALTOWSKI; LABAKI, 1993).

2.3.1 A importância do programa arquitetônico

A primeira etapa a ser discutida, a qual consiste na primeira e mais importante fase de análise, é o *programa arquitetônico* ou *programa de necessidades*. Segundo Moreira e Kowaltowski (2011), o programa é o primeiro passo do processo de projeto, e tem por objetivo descrever o contexto, estabelecendo o problema ao qual a forma deverá responder nas etapas subsequentes (condicionantes ambientais e legais, relações com o entorno, expectativas do cliente, atividades dos usuários, possíveis mudanças de uso, etc). Nele, “[...] especificam-se as necessidades espaciais de cada parte do edifício para os usuários terem eficiência e conforto em suas atividades.” (MOREIRA; KOWALTOWSKI, 2011, p. 106).

Apesar do que usualmente é feito, o programa arquitetônico não deve ser utilizado “[...] apenas como um quadro de áreas e atividades, mas também como um checklist onde indicadores de desempenho devem estar claramente determinados.” (DELBIN, 2006, p. 28). Nesse sentido, Hershberger (1999 apud MOREIRA; KOWALTOWSKI, 2011) classifica os valores e necessidades do usuários que devem ser considerados no programa arquitetônico como humanos (funcionais, sociais, físicos, fisiológicos e psicológicos), ambientais, culturais, tecnológicos, temporais, econômicos, estéticos e de segurança. Dessa forma,

A definição e organização das atividades geram a relação quantitativa espacial e de infraestrutura que o projeto deve atender, o que permite **enumerar e qualificar os requisitos arquitetônicos e técnicos** das

exigências de **acessibilidade, conforto, flexibilidade, compactação e proximidade dos espaços**, expansão, segurança física e patrimonial, requisitos especiais para determinados setores e subsetores, sistemas centrais, parâmetros de economia de custos de construção, alteração e manutenção. (MOREIRA; KOWALTOWSKI, 2011, p. 106, grifos do autor).

No âmbito do projeto bioclimático, os requisitos funcionais a serem evidenciados como indicadores de desempenho no programa arquitetônico dizem respeito aos padrões de ocupação do edifício que influenciam diretamente no conforto higrotérmico do usuário, como atividade metabólica, vestimenta, calor produzido por equipamentos e tempo de permanência nos ambientes (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2005), uma vez que as variáveis ambientais devem ser asseguradas como soluções projetuais.

O programa arquitetônico não deve se restringir a uma lista de ambientes e dimensões, mas também compreender uma apresentação clara das informações referentes às exigências da edificação (que poderiam implicar em longas listas e relações), por meio de diagramas que permitam a ilustração e comparação de todas elas, em conjunto (MOREIRA; KOWALTOWSKI, 2011).

Com relação ao processo de organizar a informação durante a definição do programa, que é parte da análise, deve-se reunir os dados do projeto e apresentá-los em um formato estruturado para ser utilizado nas etapas seguintes, sobretudo em razão da variedade da natureza das fontes [...]. **O programa arquitetônico deve considerar o apelo gráfico da informação como suporte à fase de projeto**, o qual se desenvolve através do desenho. **É fundamental a apresentação gráfica de dados quantitativos e qualitativos, que têm o poder de síntese para completar a relação de requisitos funcionais e guiar o projetista na fase seguinte.** (MOREIRA; KOWALTOWSKI, 2011, p. 108, grifos do autor).

Dessa forma, evidencia-se a necessidade de se utilizar o programa arquitetônico, e seus diagramas resultantes, como instrumentos norteadores para as etapas posteriores de projeto, de modo que seja possível uma associação mais visual entre as restrições identificadas pelo estudo de padrões de ocupação e as futuras características ambientais da composição arquitetônica.

2.3.2 Os métodos de busca de soluções de projeto

Após o desenvolvimento da programação arquitetônica (primeira fase de análise), inicia-se a primeira fase de síntese do projeto. As fases de síntese devem ser entendidas como uma progressão de desenvolvimento temporal, não gradual e

regular, no decorrer da qual “[...] decresce a incerteza inicial e cresce a definição da forma procurada.” (PIETROBON; TOLEDO; PIETROBON, 1995, p.329), estando associadas à fase criativa dos estágios de decisão - esboço, anteprojeto e detalhamento (ANDRADE; RUSCHEL; MOREIRA, 2011). “Nessa fase, os arquitetos concebem as ideias e possíveis soluções que atendam aos objetivos e satisfaçam às restrições e oportunidades observadas na etapa de análise.” (ANDRADE; RUSCHEL; MOREIRA, 2011, p. 89). Dessa forma,

Tendo em vista a ênfase funcionalista, deve-se entender a **programação como resultado das análises anteriores** e os **estudos preliminares como síntese inicial** de todos os fatores envolvidos na mediação que o edifício exerce nas esferas espacial, bioclimática, acústica, visual, olfativa, tátil e antropométrica dos usuários, consideradas como hipótese da solução do problema esboçado. (PIETROBON; TOLEDO; PIETROBON, 1995, p.329, grifos do autor).

Diante da grande quantidade de variáveis técnicas, econômicas, funcionais, estéticas, culturais e sociais que abrangem o projeto de arquitetura, os métodos de projeto foram desenvolvidos para estruturar e decompor o problema em partes manipuláveis, aumentando assim o controle do processo e facilitando o surgimento das soluções (KOWALTOWSKI; BIANCHI; PETRECHE, 2011). Dentro deste contexto, Kalay (2004 apud ANDRADE; RUSCHEL; MOREIRA, 2011) classifica os métodos de busca de soluções em:

- *Métodos de tentativa e erro*, nos quais se desenvolvem soluções candidatas e avaliam se elas atendem às metas e restrições estabelecidas, em um processo cíclico, até que se atinjam essas metas, ou até que se decida alterá-las;
- *Métodos de satisfação de restrições*, os quais consistem na aplicação de um grande número de restrições, com o objetivo de reduzir o universo de possíveis soluções, e assim facilitar o processo de síntese para a solução ideal. Nesse método, podem acontecer conflitos entre os parâmetros de projeto, sendo necessário rever as soluções até que todas as restrições possam ser atendidas.
- *Métodos baseados em regras*, nos quais são feitas instrumentalizações para a realização dos passos de projeto por meio de procedimentos progressivos (heurísticas), reduzindo assim a quantidade de problemas, e resumindo-os para a sua melhor manipulação. As heurísticas podem se caracterizar por: *analogias antropométricas*, regras relacionadas às questões antropométricas; *analogias literais*, uso de conhecimento de construções existentes no local como ponto de partida

(gramática da forma); *relações ambientais*, incorporação de conhecimentos de fatores ambientais (clima, fisiografia, recursos disponíveis, e fatores construtivos que afetam o desempenho da estrutura e dos materiais), servindo como ponte entre o problema e o conjunto de potenciais soluções; *relações tipológicas*, nas quais se aplicam conhecimentos de soluções passadas em novos problemas de projeto (necessidades, usos e práticas semelhantes, regras de composição e de distribuição espacial, etc.); e *linguagens formais*, que consistem em regras de composições formais, como por exemplo os ingredientes semânticos e sintáticos de expressão arquitetônica dos tratados clássicos.

- *Métodos baseados em precedentes*, os quais buscam referências em experiências precedentes (repertório de projeto) como embasamento para a solução de novos problemas de projeto. Essas referências podem consistir em conjuntos de elementos (sintaxe), conhecimento sobre eles (semântica), relação entre eles, descrições de parâmetros de projeto ou descrições gerais de projeto.

Para a maioria dos arquitetos e projetistas, os métodos mais utilizados são os de tentativa e erro, partindo da síntese figurativa preliminar para a análise programática e técnica, e voltando para a síntese em um processo cíclico (KOWALTOWSKI; BIANCHI; PETRECHE, 2011). Entretanto,

O pensamento criativo caracteriza-se pela capacidade de solucionar problemas e depende de dois elementos cognitivos: **o conhecimento de repertório**, ou seja, o conjunto de fatos e princípios organizados pertencentes a um domínio; e **o conhecimento sistemático** para solucionar problemas novos, ou seja, as **heurísticas, regras e operações** aplicadas na geração de soluções dos problemas, chamada de processo criativo [...] **Sem técnicas especiais para estimular a criatividade, as soluções criativas surgem de modo acidental**, quando se enxerga o problema de um modo novo ou se aplica a lógica. Entretanto, **esse processo pode tomar muito tempo até o resultado satisfatório. Com técnicas de apoio ao processo criativo**, pode-se deliberadamente iniciar a reflexão sobre um problema e desenvolver novas ideias, em um **processo mais rápido e eficaz**. [...] Ao se aplicar conscientemente as técnicas, **maximizam-se as chances de soluções criativas acidentais e deliberadas**. (KOWALTOWSKI; BIANCHI; PETRECHE, 2011, p. 32-33).

Considerando essa linha de raciocínio, o processo projetual proposto por esta pesquisa é estruturado com base em dois métodos de busca de soluções: o *método baseado em regras*, e o *método baseado em precedentes*.

Devido à carga horária limitada destinada à disciplina do estudo de caso, o *método baseado em precedentes* foi selecionado por estimular a busca de referências em experiências projetuais anteriores, de modo que os exercícios criativos em sala de

aula possam se concentrar prioritariamente nos aspectos bioclimáticos, considerando o objetivo da disciplina. Neste sentido, foi importante que o programa arquitetônico escolhido já tivesse sido explorado pelos alunos em disciplinas passadas, de modo que os caracteres funcionais, volumétricos e estéticos, já desenvolvidos anteriormente, pudessem ser resgatados para o processo projetual. Evidencia-se que, no caso desta pesquisa, os alunos não trabalharam em cima dos mesmos projetos já desenvolvidos, mas sim aplicando o repertório já adquirido em um contexto de projeto diferente.

O *método baseado em regras* foi utilizado no âmbito das *relações ambientais*, sintetizando as regras de caráter bioclimático em um esquema gráfico de fácil interpretação, capaz de nortear o processo de síntese projetual em somatória ao repertório anterior. É preciso, entretanto, se atentar ao fato de que os métodos baseados em regras possuem um caráter bastante acurado que pode contrariar o caráter reflexivo do processo projetual, de modo que são mais aplicáveis em situações particulares de projeto, e não como método geral (KOWALTOWSKI; BIANCHI; PETRECHE, 2011). Dessa forma, as regras específicas devem servir de norteadoras para o processo projetual, mas não limitadoras para o mesmo, garantindo apenas que ele siga uma linha de raciocínio mais consciente, e não baseada na tentativa e erro.

As restrições e regras levadas a um projeto são peças importantes para estimular o processo criativo, uma vez que incentivam o empenho na procura de soluções de qualidade. A associação entre a teoria de conforto e a prática de projeto fornece por si só uma série de restrições (regras) a serem “obedecidas” pelo projeto, uma vez que as suas decisões tem no conforto ambiental um importante parâmetro (KOWALTOWSKI et al., 2007). De fato, em sua experiência com dois grupos de alunos, o primeiro exposto a um maior número de restrições, e o segundo exposto a um menor número de restrições e maior liberdade de síntese, os autores identificaram resultados projetuais bastante criativos e com maior qualidade bioclimática no primeiro grupo, em comparação a projetos com excessiva preocupação com a forma, sem relação com contexto, e negligentes com o desempenho termoenergético produzidos pelo segundo.

Isso pode indicar que as **restrições e problemas**, aparentes, impingidos ou auto-impingidos, **incentivam a criatividade**, quando possibilitam que o pensamento lateral, capaz de imprimir um novo caráter ao problema, se sobreponha a lógica das ideias dominantes. (KOWALTOWSKI et al., 2007, p. 288) [...] As restrições são importantes ao desenvolvimento do processo criativo estimulando **empenho maior na procura de soluções de qualidade** e devem ser

formalmente **usados no ensino de projeto. Os conceitos da arquitetura bioclimática pressupõem uma série de exercícios didáticos** para a aquisição de conhecimento técnico/científico e que por sua vez pode desencadear no processo de projeto **buscas de soluções criativas e com qualidade justificada.** (KOWALTOWSKI et al., 2007, p. 288, grifos do autor).

Nesse sentido, os autores também evidenciam que, apesar do caráter reflexivo do processo de projeto, baseado muitas vezes em conhecimento, experiência e intuição, é necessário adotar práticas de ensino de projeto que conduzam um processo mais consciente, e não embasados apenas em métodos de tentativa e erro. Segundo Paula (2015, p. 79), “[...] o processo de projeto enquanto mapeamento entre restrições e parâmetros de projeto se torna mais simples, uma vez que há uma limitação do número de possíveis decisões e soluções.”

Sendo assim, as “regras” projetuais no âmbito bioclimático, enquanto instrumentos norteadores, foram de extrema importância para as atividades projetuais realizadas durante a disciplina proposta por esta pesquisa.

2.3.3 Avaliando as soluções propostas

As fases de avaliação têm por objetivo garantir que as soluções propostas nas fases de síntese sejam as mais aceitáveis, de modo que se possa detectar deficiências antes de se prosseguir para as próximas etapas de projeto. Nesse momento, as soluções propostas são confrontadas com as metas, regras e restrições levantadas nas fases de análise do problema de projeto (ANDRADE; RUSCHEL; MOREIRA, 2011). Caso sejam identificadas deficiências, o processo mais adequado é voltar para fase de síntese para consertá-las, ou levar essas constatações como critérios prioritários a serem resolvidos na próxima etapa de projeto. Dessa forma, as fases de avaliação devem acontecer em todas as etapas de projeto, e não apenas com ele finalizado.

Segundo Andrade, Ruschel e Moreira (2011), uma das principais dificuldades em avaliar uma solução é conciliar os conflitos entre diferentes qualidades concorrentes. Em algumas situações, essa conciliação é possível sem comprometer nenhum dos critérios, mas em outras são necessários sacrifícios, de modo que seja necessário ponderar a relevância de cada um deles.

Kowaltowski et al. (2006) defendem que a avaliação deve fazer parte da metodologia de projeto de cada profissional. Assim, abordam algumas formas de realiza-la:

- Índices de confiabilidade: apresentam um mapeamento do julgamento humano para determinadas categorias de desempenho arquitetônico, classificando descritivamente as características ideais para se alcançar o bom desempenho, e as possíveis causas de inadequação, permitindo ao projetistas não experientes identificar deficiências em seus projetos e, assim, corrigi-las.

- Sistemas de certificação: são sistemas de classificação de projetos quanto ao seu nível de desempenho arquitetônico, geralmente relacionado às questões de sustentabilidade das edificações. Para essa classificação, por meio de listas de verificação, esses sistemas se utilizam de conhecimentos prévios sobre os critérios a serem avaliados, normalmente baseados em normas pertinentes à região onde foram implantados (PEREIRA, 2013).

- Seleção de parâmetros e classificação: esse método permite reconhecer um projeto aceitável com base em parâmetros e exigências definidas no início do processo projetual como metas a serem alcançadas, englobando enfoques e interpretações diferentes, o que atribui um caráter mais subjetivo ao método, em comparação com os anteriormente apresentados. Os parâmetros (objetivos) podem ser diferenciados com base em suas prioridades, por meio da atribuição de pesos e, assim, o método pode ser utilizado para comparar o desempenho de um conjunto de projetos alternativos.

- Ferramentas de simulação: por fim, tem-se a utilização das ferramentas de simulação para a avaliação de desempenho dos edifícios. Por meio de programas computacionais específicos, é possível avaliar o desempenho e impacto do projeto em diferentes âmbitos, incluindo térmico, acústico, lumínico e energético. A aplicabilidade dessas ferramentas no auxílio à tomada de decisão é discutida no próximo tópico.

2.3.4 Ferramentas computacionais de auxílio à tomada de decisão

Durante as etapas do processo projetual, é bastante comum a utilização de ferramentas de auxílio à tomada de decisão, principalmente no âmbito bioclimático. Nesse sentido, Saramago e Bortoli (2012) evidenciam a importância da inclusão dessas ferramentas no processo de aprendizagem dos alunos em cursos de Arquitetura e Urbanismo:

De maneira geral, tem-se observado um maior interesse dos estudantes pelos conteúdos abordados durante a manipulação dos programas, bem como o surgimento de dúvidas sobre sua correta aplicação. Ou seja, quando se tornam construtores do conhecimento a ser elaborado, deixam sua posição passiva de simples “absorvedores” de informações. (SARAMAGO; BORTOLI, 2012, n.p).

Segundo os autores, outra vantagem de se utilizar essas ferramentas no processo educativo está na ação colaborativa estimulada entre os estudantes, uma vez que estes passam a auxiliar uns aos outros durante a realização das atividades práticas.

Shaviv (1999) classifica as ferramentas de auxílio à tomada de decisão no contexto projetual em duas categorias principais: *ferramentas geradoras*, que auxiliam nas definições geométricas, e geralmente requerem poucos dados de entrada, sendo bastante úteis nas fases de análise (análises dos contextos de projeto e definição de regras e restrições) e fases de síntese do projeto (buscas de soluções); e *ferramentas de análise de desempenho*, ou *Building Performance Analysis* (BPAs), as quais geralmente requerem muitos dados de entrada, e acabam sendo úteis principalmente para a avaliação quantitativa de desempenho das soluções adotadas (fases de avaliação).

Nesse contexto, os programas de simulação computacional no âmbito do desempenho térmico e energético das edificações se enquadram como BPAs (JIN et al., 2019). Embora muitas dessas ferramentas sejam orientadas para arquitetos, são pouco utilizadas por eles, sendo mais utilizadas por consultores como engenheiros e físicos, os quais dificilmente participam das primeiras fases de projeto, sendo solicitados quando o projeto já está detalhado, e quando há poucas possibilidades de mudanças, estando as poucas alternativas relacionadas aos sistemas e componentes construtivos (PEDRINI; SZOKOLAY, 2005). Essa situação pode ter relação com o fato de as ferramentas, em sua maioria, apresentarem resultados de desempenho, mas não orientarem as decisões sobre o que mudar no projeto e como mudar, de modo

que estas continuam dependendo da experiência do projetista (KOWALTOWSKI, 2006).

Infelizmente, o custo e o tempo requeridos para conduzir e documentar a simulação energética tende a atrasar o seu uso para os últimos estágios projetuais, momento em que elas servem mais como pós-racionalização do projeto [...] mesmo arquitetos comprometidos com a arquitetura sustentável e que realizam simulações durante as etapas esquemáticas, enfrentam o impedimento de não saberem como interpretar e como agir diante dos resultados da simulação energética. (REINHART et al., 2012, p. 359, traduzido pelo autor⁶).

Para que BPAs possam ser utilizadas como auxiliadoras às fases de síntese e às etapas iniciais do projeto, devem apresentar análises gráficas dos resultados, e principalmente utilizar o esboço arquitetônico como possibilidade de dados de entrada, traduzindo os resultados de desempenho em respostas para as tomadas de decisão (MARSH, 1997). Inicialmente, essas ferramentas, de uma forma geral, não se preocupavam com essas questões e, por esse motivo, dentre poucas exceções, os programas de simulação se mostravam pouco eficientes como auxiliares das buscas de soluções, sendo utilizados majoritariamente nas fases de detalhamento, quando grande parte das decisões já foram tomadas, o que limitava o seu suporte projetual (LIMA, 2012).

[...] o uso de simulação como suporte à prática projetual ainda esbarra na **falta de métodos que sejam adequados à natureza do projeto arquitetônico**. Talvez por essa razão, o uso de programas de simulação ocorre **mais frequentemente em fases de detalhamento**, quando grande parte das decisões já foi tomada, o que **restringe o suporte projetual** [...] Dessa forma, o uso dessas ferramentas é **restrito a pesquisas acadêmicas**. Apesar das potencialidades desses recursos, sabe-se que **difícilmente a simulação é usada no suporte de decisões de projeto, tanto no meio profissional quanto em escolas de arquitetura**. (LIMA, 2012, p. 17-19, grifos do autor).

Delbin (2006) investigou a viabilidade prática de introdução de BPAs para o ensino do projeto arquitetônico considerando intrinsecamente os conceitos de conforto ambiental. Dentre outras questões, a autora constatou que o uso da simulação em atividades de projeto no âmbito do ensino-aprendizagem apresenta algumas limitações, como a dificuldade de montar um ateliê informatizado e, principalmente,

⁶ Unfortunately, the cost and time effort required to conduct and document energy simulations tend to delay the use of simulations to later design stages at which point they serve more as a post-rationalization of a design [...] even architects who are committed to 'building green' and who are thus commissioning energy simulations during schematic design, often face the impediment that they do not know how to read and act upon the outcomes of an energy simulation. (REINHART et al., 2012, p. 359).

quanto ao tempo não disponível para estudos complementares, necessários para que os alunos possam aprender a utilizar as ferramentas.

O uso da simulação nas atividades de projeto em atelier apresenta algumas limitações práticas, **de recursos** (montagem e manutenção de ateliê informatizado) e especialmente com relação ao **tempo disponível no sistema de um semestre de aulas para estudos complementares importantes**. Os estudantes devem **aprender a utilizar a ferramenta, desenvolver seus projetos a um nível de detalhe** que possam obter dados de entrada para o programa de simulação com toda a limitação de um semestre de 15 semanas. (DELBIN, 2006, p. 81).

Em análise comparativa entre diversas possibilidades de programas computacionais de análise de desempenho aplicáveis ao processo projetual no ensino de arquitetura, Delbin (2006) identificou o ECOTECT como a melhor ferramenta, pois, além de apresentar uma interface bastante gráfica, era o único a possibilitar a realização simultânea de avaliações de conforto ambiental enquanto o projeto está sendo desenvolvido, integrando o processo projetual ao conteúdo de conforto dentro dos padrões almejados. Segundo a autora, o programa foi capaz de fazer análises de radiação solar incidente, combinando dados de radiação solar direta e difusa do arquivo climático, e demonstrando horários e intensidades do stress solar para qualquer superfície. Também proporcionou análises de sombra do entorno edificado e avaliação de eficácia de proteções solares, com representação de sombras e cálculo de máscaras de sombra gerados automaticamente. De fato, Venâncio e Pedrini (2011) constataram, por meio de pesquisa exploratória com arquitetos, consultores e pesquisadores, que, dentre as ferramentas mais utilizadas na época, o EnergyPlus/Design Builder era o mais utilizado por pesquisadores, e o ECOTECT o mais utilizado por arquitetos. Entretanto, além de não possuir licença gratuita, o ECOTECT foi descontinuado em 2015 (AUTODESK, 2016).

Mais atualmente, os avanços da integração entre as BPAs com a tecnologia BIM (Building Information Modelling) têm facilitado a realização de análises intermediárias durante os processos de projeto, de modo que os programas acabam se tornando assistentes para as tomadas de decisões, em todas as suas fases (JIN et al., 2019). Apesar disso, a utilização dessa tecnologia integrada ainda requer um conhecimento prévio do arquiteto quanto aos princípios de bioclimatologia e física térmica (BONDARS, 2013), o que torna essas ferramentas inviáveis na aplicação didática para o ensino da arquitetura bioclimática em cursos de graduação.

Por outro lado, as ferramentas geradoras podem ser facilmente incluídas nas buscas de soluções (fases de síntese) e, ao mesmo tempo, contribuir ao processo de aprendizagem dos alunos, uma vez que naturalmente se direcionam às etapas iniciais do projeto, concentrando-se principalmente em suas definições geométricas e apresentando interfaces mais amigáveis (MACIEL, 2006; SHAVIV, 1999).

No entanto, em um levantamento sobre as ferramentas geradoras desenvolvidas pelos principais laboratórios de conforto ambiental brasileiros - LABAUT da FAUUSP (disponível em: <http://www.fau.usp.br/pesquisa-novo/laboratorios-de-pesquisa/labaut/software-de-conforto/>) e LabEEE da UFSC (disponível em: <http://www.labee.ufsc.br/downloads/software>) -, foi possível constatar que estas ou se limitam apenas ao ensino e demonstração de conceitos específicos, ou realizam tarefas restritas, o que dificulta sua utilização simultânea entre o processo de aprendizagem e o processo projetual como um todo. No âmbito internacional, a investigação segue o mesmo caminho: as ferramentas geradoras desenvolvidas por Andrew Marsh (disponíveis em: <http://andrewmarsh.com/>), apesar de apresentarem várias funcionalidades anteriormente encontradas no programa ECOTECT, não foram desenvolvidas para a aplicação procedural conjunta, estando essas funcionalidades fragmentadas. De fato, segundo o próprio desenvolvedor, suas ferramentas possuem natureza demonstrativa e educacional (MARSH, 2019).

Assim, para sua utilização no processo projetual em paralelo ao processo de aprendizagem, as ferramentas geradoras precisam ser utilizadas em conjunto, e estruturadas por um método bem definido. Reinhart et al. (2012) afirmam que, para evitar que os alunos apenas adivinhem quais combinações de projeto podem funcionar, é necessário uma sistematização da utilização das ferramentas no processo de tomadas de decisão, considerando que, conforme outras variáveis de projeto são inseridas no processo, mais desafiadora se torna essa tarefa. Já Vilela, Zancaneli e Lima (2015) evidenciam a necessidade de se buscar a multidisciplinaridade nesse processo, conciliando diferentes ferramentas, métodos e áreas de estudo.

Por fim, Kowaltowski, Bianchi e Petreche (2011, p. 47) constatarem que ainda existem poucas ferramentas de auxílio à criação voltadas às decisões iniciais de projeto, de modo que ou se compromete o desenvolvimento do mesmo, ou “resolve-se ‘corretamente’ o ‘problema errado’”. Os autores concluem sobre a necessidade de métodos de geração de ideias que contribuam para as etapas iniciais de criação.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Ao discutir os métodos de pesquisa voltados para a educação, Coutinho (2008, p.147, grifos do autor) classifica as metodologias de investigação em experimentais e correlacionais:

A **investigação experimental** normalmente utiliza **dois (ou mais) grupos de sujeitos** e a análise estatística baseia-se na **comparação de dois (ou mais) valores grupais** (normalmente a média das pontuações de cada um dos grupos); na **investigação correlacional** usamos **apenas um grupo** e **sumariamos o valor da relação entre as variáveis** em análise num valor único calculado a partir de todos os pares de pontuações X-Y dos sujeitos que a integram.

Assim, enquanto na investigação experimental são comparados os resultados de dois grupos de sujeitos, um exposto ao fenômeno de investigação (grupo de experimento) e outro não (grupo de controle), na pesquisa correlacional é feita a aplicação do fenômeno em apenas um grupo, analisadas as particularidades (variáveis independentes – “x”) que interferiram nos resultados (variáveis dependentes – “y”) de cada indivíduo deste grupo.

Outro fator importante é que, enquanto no estudo experimental há um controle (manipulação) rigoroso das variáveis, no estudo correlacional, os fatos e fenômenos investigados não são intrinsicamente manipuláveis. Assim, os estudos correlacionais buscam decifrar e identificar as possíveis relações entre esses fatos e fenômenos (LUKAS; SANTIAGO, 2004; BORG; GALL, 1989 apud COUTINHO, 2008).

Os estudos correlacionais podem ser classificados em *estudos de previsão* e *estudos de relação*. Os estudos de previsão são desenvolvidos em áreas do saber em que já há consolidação de conhecimentos por meio de investigações anteriores. Já nos estudos de relação, o objetivo é compreender a complexidade do fenômeno educativo, o que os torna particularmente importantes em áreas do conhecimento para as quais ainda existem poucas investigações realizadas (ANDERSON, 1998; CHARLES, 1998; LUKAS; SANTIAGO, 2004 apud COUTINHO, 2008).

Em resumo, as principais vantagens dos estudos correlacionais no contexto da pesquisa educacional, em detrimento aos estudos experimentais, são: permitem explorações em áreas pouco investigadas; não exigem amostras grandes, ao mesmo tempo que permitem trabalhar com um número elevado de variáveis e estudar a relação entre elas de maneira simultânea; permitem estudos muito mais próximos da realidade educativa (ao contrário da investigação experimental, que exige controle na manipulação das variáveis); fornecem indicadores de grau de relação entre as

variáveis, o que favorece a melhor compreensão da complexidade que envolve os fenômenos educativos (BORG; GALL, 1989; COHEN; MANION; MORRISON, 2001 apud COUTINHO, 2008).

Considerando o pressuposto já comprovado de que a Sala de Aula Invertida proporciona resultados eficientes, mas, ao mesmo tempo, a atual escassez de investigações sobre o uso dessa metodologia para o ensino do Conforto Ambiental no contexto do processo projetual, esta pesquisa não assume um caráter experimental, mas sim exploratório e correlacional, mais precisamente de estudo de relação. Sendo assim, não foi feita a comparação entre um grupo de experimento e um grupo de controle, mas sim a aplicação do método em apenas um grupo de alunos, seguida de uma investigação intrínseca ao processo de ensino-aprendizagem estudado, abordando, por meio de investigação correlacional multivariada, a influência de cada particularidade do processo nos resultados de aprendizagem atingidos pelos alunos.

3.1 Planejamento e Aplicação da Estratégia de Ensino

3.1.1 Objetivos disciplinares

Devido ao tempo limitado para a aplicação da estratégia proposta (apenas um bimestre), o escopo de conteúdo a ser abordado também precisou ser limitado. Assim, dentre as questões bioclimáticas que poderiam ser abordadas nas primeiras fases de projeto (esboço e anteprojeto), foram enfatizados os aspectos de geometria solar e sua relação com o desempenho térmico das edificações, pelo fato de se disporem de métodos mais precisos em comparação a outros estudos, como o de ventilação natural, por exemplo, que apresentam vários aspectos de imprecisão, como a direção predominante dos ventos, e a sua alteração devido à presença de obstáculos (CHVATAL, 1998). Além disso, estudos revelam que até 40% do consumo energético com climatização das edificações é decorrente dos ganhos de calor por radiação pelas aberturas, e que o correto planejamento de proteções solares pode reduzir a demanda para resfriamento artificial anual em até 38% (CHO; YOO; KIM, 2014). Os autores concluem que “o método mais eficiente para reduzir os ganhos de aquecimento solar através das janelas é bloquear a radiação solar direta antes que ela atinja o vidro”

(CHO; YOO; KIM, 2014, p. 772, traduzido pelo autor⁷). Com base nisso, o planejamento de proteções solares externas, como parte integrada do processo projetual, recebeu importante relevância dentro do conteúdo abordado, sem que os aspectos relacionados às aberturas em si, tais como orientação, vistas, iluminação, dimensões, proporções, tipologia, transparência e estética fossem ignorados.

Sendo assim, os objetivos da estratégia de ensino proposta foram:

- Proporcionar aos alunos compreensão aprofundada dos conceitos de desempenho bioclimático das edificações, com ênfase na geometria solar;
- Desenvolver nos alunos a habilidade de aplicação desses conceitos em projetos arquitetônicos, desde suas etapas iniciais, até suas etapas finais;
- Desenvolver nos alunos a responsabilidade sustentável quanto à necessidade de aplicação desses conceitos em seus futuros projetos.

A estratégia foi aplicada aos alunos do 6º semestre do curso de Arquitetura e Urbanismo da instituição coparticipante, na disciplina “Conforto Ambiental”, no primeiro bimestre do segundo semestre letivo de 2018, mediante aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa (CEP). Durante esse processo, os alunos assistiram às videoaulas sobre o conteúdo da disciplina em casa, e realizaram as atividades projetuais sequenciais em sala de aula, seguindo os preceitos da metodologia ativa da Sala de Aula Invertida. Evidencia-se que as demais questões relacionadas ao desempenho bioclimático, e ao conforto ambiental como um todo, não deixaram de ser abordadas no segundo bimestre da disciplina.

3.1.2 Conteúdo disciplinar e mídia escolhida

O roteiro das aulas foi desenvolvido pelo autor desta pesquisa, com embasamento em dois livros comumente disseminados em disciplinas de Conforto Ambiental: “Eficiência Energética na Arquitetura” (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2005), para as abordagens sobre os conceitos de trocas térmicas, variáveis ambientais, variáveis humanas, estratégias bioclimáticas (e sua identificação no Diagrama de Givoni), geometria solar básica, requisitos para o desempenho térmico e lumínico das edificações, sistemas de iluminação natural e sua relação com as

⁷ The most effective method of reducing the solar heat gain through building windows is to block direct solar radiation before it reaches the glass. (CHO; YOO; KIM, 2014, p. 772).

cartas solares; e “Uso das cartas solares: diretrizes para arquitetos” (BITTENCOURT, 2004), para as abordagens mais aprofundadas sobre cartas solares (estereográficas), máscaras de sombra, e projeto de proteções solares.

Considerando o caráter bastante visual e metódico do conteúdo (principalmente no que diz respeito ao uso das cartas solares), a mídia escolhida para os estudos extraclasse foi o vídeo. Em paralelo, além de proporcionar aos alunos a possibilidade de “pausar, rebobinar, acelerar, ou desacelerar o professor” (BERGMANN; SAMS, 2012), “os vídeos gravados têm sido os mais utilizados pelo fato de o aluno poder assisti-los quantas vezes for necessário e dedicar mais atenção aos conteúdos que apresentam maior dificuldade.” (VALENTE, 2014, p. 91).

Os vídeos foram gravados pelo próprio professor da disciplina (autor desta pesquisa), pois, apesar de Bergmann e Sams (2012, p. 99) reconhecerem a possibilidade de se utilizar mídias criadas por outro professor, complementam que “sem dúvida é bom que os alunos ouçam a voz de seu próprio professor, leiam manuscritos e vejam a imagem dele no vídeo institucional”. Além disso, a possibilidade de controlar o dinamismo e estrutura do próprio conteúdo permite sua melhor integração com as atividades a serem desenvolvidas em sala de aula. No entanto, é preciso evidenciar o fato de que a gravação das aulas pelo próprio professor exige dele certa desenvoltura e pouca timidez, principalmente se ele estiver sendo filmado.

Na experiência aqui apresentada, o professor não foi exposto nas videoaulas. Para isso, foi utilizado o recurso de captura de tela, apresentando a transição dos slides e manipulação dos programas computacionais utilizados, apenas com a gravação da voz do professor. As videoaulas foram estruturadas em 10 módulos, gravadas pela função *Screen Capture* do programa gratuito aTube Catcher (disponível em: <http://www.atube.me/pt-br/>), editadas no programa também gratuito Windows Movie Maker (parte do pacote de programas padrão da Microsoft), e hospedadas na plataforma de vídeos online YouTube, em um canal denominado “Conforto e Projeto”, criado exclusivamente para isso (disponível em: <https://www.youtube.com/channel/UCg5mGgls4HtJ8fzv-86QKg>).

Evidencia-se que, já desconsiderando a preparação das aulas, a gravação e edição dos vídeos demandou um tempo consideravelmente grande, principalmente pelo fato de que, mesmo apenas com a gravação de voz, que permite recortes sem perdas de continuidade, são necessárias várias tentativas para se conseguir uma edição satisfatória. Assim, para a gravação de todas as videoaulas, foi necessário um

período de aproximadamente dois meses, tempo provavelmente inferior ao que seria necessário para gravar as aulas com a exposição do professor.

Como recomendado por Bergmann e Sams (2012), o objetivo inicial era de que cada aula alcançasse no máximo 15 minutos. Entretanto, para evitar a descontinuidade de certos conteúdos de caráter procedural (o que poderia prejudicar bastante o aprendizado dos alunos), alguns vídeos acabaram extrapolando este limite, sendo que dois deles alcançaram o dobro do tempo recomendado (Módulos 9 e 10). Os impactos dessa decisão são discutidos nas análises de resultados.

Segue abaixo uma descrição sumária de cada um dos vídeos:

- Módulo 1 - Conforto Ambiental e Variáveis Ambientais (11m29s – Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Tsm3YL7p9eA>): neste módulo são apresentados os princípios do conforto ambiental em sua totalidade, aprofundando-se nos conceitos referentes ao conforto térmico, tais como trocas térmicas, variáveis ambientais, variáveis humanas, balanço térmico, e arquitetura bioclimática.

- Módulo 2 - Diagrama de Givoni e Estratégias Bioclimáticas (14m15s – Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=GGBOcJ6-lX8>): neste módulo são apresentadas as estratégias bioclimáticas e sua relação com a Carta Psicométrica por meio do Diagrama de Givoni.

- Módulo 3 – Geometria Solar e Cartas Solares (14m53s – Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=UhTN3C0wJxQ>): neste módulo é feita uma introdução à geometria solar, assim como uma explicação sobre a composição das cartas solares estereográficas para diversas latitudes, e os significados de seus conteúdos.

- Módulo 4 – Proteções Solares e Transferidor de Ângulos (15m40s – Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=2pI547NdpiA>): neste módulo são apresentados os tipos de barreiras e proteções solares, a representação de seus ângulos de influência de sombra (alfa, beta e gama) no transferidor de ângulos, e a definição de suas máscaras de sombra.

- Módulo 5 – Sombreamento: necessidades térmicas e lumínicas (19m58s – Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=8_hwOmFmbIk): este módulo apresenta o sombreamento enquanto necessidade térmica, fornecendo subsídios para a correta definição de formatos e sentidos de implantação, com base na carta solar equivalente a latitudes próximas ao Trópico de Capricórnio, e enquanto necessidade lumínica, apresentando os princípios do conforto lumínico, os diversos

sistemas de iluminação natural, e sua aplicabilidade em relação às diferentes configurações de cartas solares.

- Módulo 6 – Máscaras de Sombra: Barreiras do Entorno Edificado (14m43s – Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=jVnsnXL-Sy4>): neste módulo são apresentadas as etapas metodológicas para o traçado de máscaras de sombra do entorno edificado, tanto em relação a um ponto do terreno, quanto para cada face de formatos de implantação previamente definidos.

- Módulo 7 – Máscaras de Sombra: Proteções Solares – Parte 1 (15m00s – Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=pq13zoz_5P4): este módulo é a primeira parte de uma aula de duas partes, nas quais são apresentadas as etapas metodológicas para o traçado de máscaras de sombra para proteções solares adjacentes à edificação. A parte 1 tem o enfoque em proteções horizontais.

- Módulo 8 – Máscaras de Sombra: Proteções Solares – Parte 2 (17m44s – Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=RTDL70pmpkQ>): este módulo é a segunda parte de uma aula de duas partes, nas quais são apresentadas as etapas metodológicas para o traçado de máscaras de sombra para proteções solares adjacentes à edificação. A parte 2 tem o enfoque em proteções verticais e combinadas.

- Módulo 9 – Projeto de Proteções Solares – Parte 1 (29m06s – Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=Cmz_DSx8TpY): este módulo é a primeira parte de uma aula de duas partes, nas quais são apresentadas etapas metodológicas para o projeto de proteções solares adjacentes à edificação. A parte 1 utiliza como exemplo uma janela voltada para a face Norte.

- Módulo 10 – Projeto de Proteções Solares – Parte 2 (29m15s – Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=_hnl8ve80xY): este módulo é a segunda parte de uma aula de duas partes, nas quais são apresentadas etapas metodológicas para o projeto de proteções solares adjacentes à edificação. A parte 2 utiliza como exemplos janelas voltadas para as faces Sudoeste e Noroeste.

Os vídeos foram disponibilizados na plataforma online Moodle da instituição coparticipante – plataforma também utilizada por Trevelin, Pereira e Neto (2013) e por Pavanelo e Lima (2017), em suas pesquisas sobre a Sala de Aula Invertida -, juntamente com exercícios de fixação referentes aos conteúdos e um fórum aberto para discussões sobre dúvidas e observações, acompanhado pelo professor em tempo real. Esses instrumentos foram extremamente importantes como indicadores

sobre a preparação dos alunos antes das aulas, mas obviamente, exigiram trabalho em dobro, por parte do professor. Na plataforma também foi disponibilizado um cronograma e um código de cores, para que os alunos sempre estivessem situados sobre quais módulos deveriam assistir, quais exercícios deveriam realizar, e como deveriam se preparar para a próxima aula presencial (Figura 8).

FIGURA 8 – Ambiente Moodle preparado para a disciplina Conforto Ambiental.

LEGENDA - MÓDULOS

- Módulos referentes às aulas anteriores
- Módulos referentes à aula desta semana
- Módulos referentes às aulas das próximas semanas

Módulo 1

Módulo 2

Módulo 3

Módulo 4

Módulo 5

Módulo 6

Módulo 7

Módulo 8

Módulo 9

Módulo 10

Módulo 11

Módulo 12

Módulo 13

Seu progresso ?

ASSISTIR ATÉ O DIA 17/08/2018

Bem-vindos de volta à Sala de Aula Invertida para a disciplina Conforto Ambiental. Neste módulo serão apresentadas as estratégias bioclimáticas e sua relação com a Carta Psicométrica por meio do Diagrama de Givoni.

DIAGRAMA DE GIVONI

Conforto Ambiental - Módulo 2 (Diagrama de Givoni)

1. zona de conforto;
2. zona de ventilação;
3. zona de resfriamento evaporativo;
4. zona de massa térmica para resfriamento;
5. zona de ar-condicionado;
6. zona de umidificação;
7. zona de massa térmica para aquecimento;
8. zona de aquecimento solar passivo;
9. zona de aquecimento artificial.

Assistir mais tarde
A PARTIR DE 20°C
↓
SOMBREAMENTO

EXERCÍCIO - MÓDULO 2 (0,25)

DÚVIDAS SOBRE O MÓDULO 2

BAIXAR MATERIAL PARA A AULA DO DIA 17/08/2018

Carta Psicométrica com Diagrama de Givoni em dwg

Planilha de Tabulação Bioclimática do Programa de Necessidades

TUTORIAL: Planilha de Tabulação Bioclimática do Programa de Necessidades

Programa Arquitetônico - Escola

3.1.3 Definição de ferramentas e métodos para a estratégia de ensino

Esta pesquisa trabalhou com base na limitação de recursos (tempo e ferramentas), fatidicamente enfrentada por muitos cursos de arquitetura brasileiros (VIANNA, 2001). Sendo assim, a definição de ferramentas a serem utilizados pela estratégia de ensino proposta se pautou nos seguintes critérios:

I. Optou-se por não utilizar ferramentas de análise de desempenho (simulação), considerando o tempo necessário para que os alunos adquiram proficiência suficiente para a sua efetiva utilização no processo projetual (DELBIN, 2006). Mesmo para o ECOTECT, Delbin (2006) constatou como satisfatórias 30 horas/aula dedicadas ao ensino da ferramenta, enquanto o treinamento para o EnergyPlus demandaria cerca de 45 horas/aula (15 semanas com três aulas semanais de 50 minutos cada). Confrontando a carga horária necessária apenas para o treinamento dos alunos para o uso das ferramentas com a carga horária disponível para a disciplina (apenas 60 horas, aproximadamente 30 horas que poderiam ser destinadas exclusivamente aos conteúdos de geometria solar), e a dificuldade de disponibilização de disciplinas optativas extracurriculares com esse objetivo, o uso dessas ferramentas se torna inviável.

II. Para otimização do tempo dedicado às atividades projetuais em sala de aula, que deve ocorrer paralelamente ao aprendizado dos alunos, optou-se por ferramentas geradoras que pudessem ser utilizadas tanto no âmbito didático quanto no âmbito instrumental.

III. Pelo fato de esta ter sido a primeira vez em que a disciplina foi aplicada para a turma de arquitetura e urbanismo da instituição coparticipante, foi necessário lidar com a inexistência de um laboratório de conforto ambiental dotado de ferramentas de experimento físico. Dessa forma, apesar de se reconhecer a elevada importância dessas ferramentas, principalmente do Heliodon, na sedimentação do conteúdo de Geometria Solar e em sua aplicação no processo projetual (FERNANDES; CUNHA, 2001), não foi possível integrá-las na estratégia de ensino desenvolvida.

IV. Da mesma forma, a inexistência de recursos para adquirir licenças pagas de programas computacionais condicionou a escolha de ferramentas gratuitas, ou já possuídas pelos alunos que fariam parte da disciplina.

Considerando o enfoque na geometria solar, as duas ferramentas geradoras específicas escolhidas para a estratégia de ensino foram:

- Programa SunTool (MARSH, 2001), utilizada como ferramenta de auxílio à compreensão da geometria solar e da representação das máscaras de sombra na carta solar, uma vez que proporciona a plotagem automática dessas máscaras enquanto permite a modelagem de janelas, de proteções solares horizontais, verticais, e combinadas, e de barreiras do entorno edificado (OLIVEIRA; MACEDO, 2005). Dessa forma, os alunos conseguem compreender, visualmente, a viabilidade de utilização de cada tipologia de proteção para cada face estudada na determinada latitude, paralelamente ao contexto edificado, assim como suas particularidades e limitações, principalmente no que diz respeito aos ângulos limitadores laterais (gama).

- Programa Analysis Sol-Ar (LabEEE, 2009), utilizado para a obtenção das cartas solares para as latitudes específicas, e plotagem das máscaras de sombra obtidas, tanto pelas influências de sombra das barreiras do entorno edificado, quanto pelas proteções projetadas pelos alunos. Enquanto a primeira ferramenta pode ser utilizada para facilitar a escolha e compreensão da tipologia das proteções, esta pode ser utilizada para a definição específica dos ângulos limitadores das proteções a serem projetadas. O programa foi utilizado, com objetivos semelhantes, por Saramago e Bortoli (2012).

Além das mencionadas acima, também foram elencadas ferramentas já utilizadas pelos alunos, como o AutoCAD, SketchUp e Microsoft Excel. O SketchUp foi utilizado, com objetivos semelhantes, por Vilela, Zancaneli e Lima (2015).

Para Kowaltowski et al. (2006),

Para que a conexão dos indicadores de conforto, oriundos da pesquisa científica, ocorra de fato no projeto, é fundamental **visualizar os fenômenos atuantes por meio de imagens estimulantes ao processo criativo**. Assim, cada aspecto do conforto necessita de **tradução específica dos conceitos e indicadores em imagens gráficas adequadas ao processo projetual [...]** Na representação gráfica tradicional em projeto arquitetônico, no entanto, a tradução dos fenômenos do conforto ambiental ainda apresenta grande dificuldade. **Ilustrações muitas vezes são criadas evocando sensações equivocadas não realistas**. (KOWALTOWSKI et al., 2006, p. 13, grifos do autor).

Assim, muito além da utilização mecânica das ferramentas geradoras no processo projetual, foi necessária a estruturação de um método que as utilizasse como instrumentos para a produção de conexões gráficas pragmáticas entre as fases de projeto, considerando a ênfase bioclimática e para a geometria solar. Para isso, foi

necessário olhar para o passado, mais particularmente para a experiência relatada por Boni (1997). O autor se utilizou de estereogramas (cartas solares), associados a diagramas com códigos de cores, como ferramentas didáticas e instrumentais, em todas as fases de projeto realizadas pelos alunos. Como resultado,

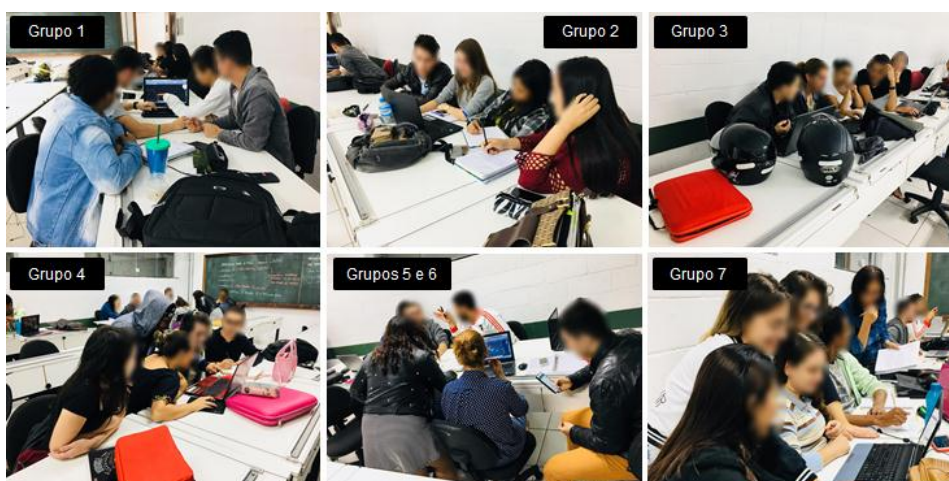
[...] passou-se a ter condições imediatas de analisar situações e propor soluções. Da simples **avaliação preliminar de alinhamentos a serem adotados em um zoneamento, até o projeto e dimensionamento exato dos protetores adequados para determinadas superfícies ou aberturas**, sem realizar cálculos, ou processar, a cada nova análise, informações obtidas de forma desassociada [...] **Passou-se a explorar a geometria, como linguagem analítica, em detrimento aos processos meramente matemáticos**; explorando a familiaridade com a percepção espacial por parte do aluno, e abreviando a obtenção de propostas arquitetônicas, pelo simples fato destas também serem concebidas na forma geométrica. (BONI, 1997 p. 599, grifos do autor).

Estruturação semelhante também foi utilizada por Oliveira e Macedo (2005), mas, nesse caso, com o uso do programa ECOTECT. Desta vez, propõe-se um processo análogo, porém híbrido entre os dois esquemas, utilizando os diagramas com códigos de cores em paralelo à utilização das ferramentas geradoras acima selecionadas.

3.1.4 Proposta de processo projetual

Para o desenvolvimento das atividades projetuais em sala de aula, os 35 alunos foram divididos em 7 grupos de 5 integrantes, com os quais trabalharam até o fim do bimestre (Figura 9). Essa divisão foi feita a critério dos próprios alunos, com o objetivo de impor o mínimo de manipulação possível.

FIGURA 9 – Distribuição dos alunos em grupos.



Fonte: Do autor, 2019.

O programa arquitetônico escolhido para o desenvolvimento das atividades projetuais foi o escolar (Escola Ciclo II + E.M. – Anexo A). Essa definição foi feita com base em três critérios:

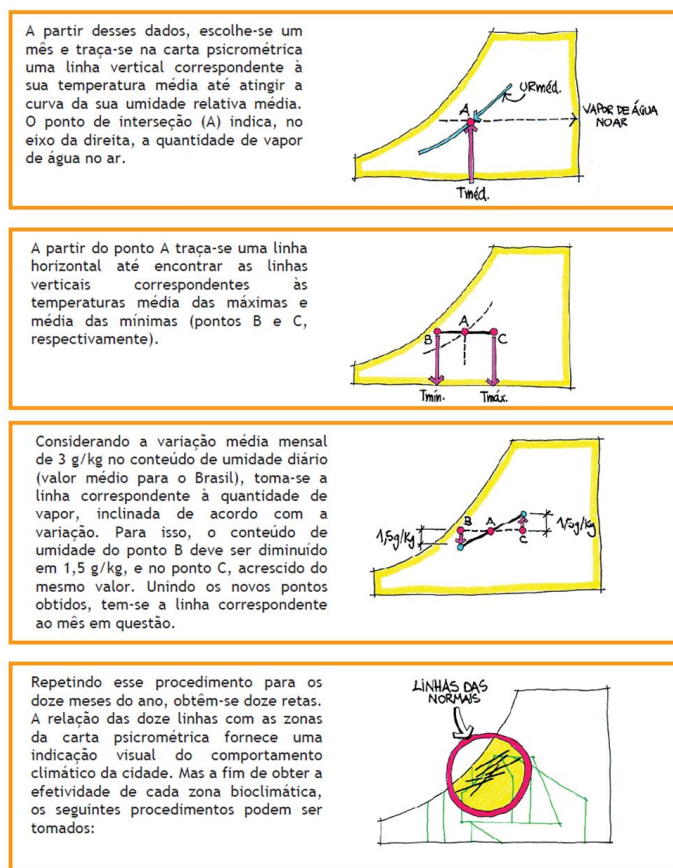
- O programa escolar já foi desenvolvido de forma integral pela turma no ano anterior, na disciplina Projeto Arquitetônico. Dessa forma, foi possível aproveitar seu repertório funcional e criativo relacionado a esse tipo de projeto (*método baseado em precedentes*).
- O programa escolar possui grande variabilidade de padrões de ocupação, o que proporciona uma maior complexidade para a aplicação do *método baseado em regras* no âmbito das *relações ambientais*.
- Em sua maioria, os edifícios escolares brasileiros não possuem equipamentos de condicionamento de ar, estando o conforto térmico a cargo do projeto bioclimático (KOWALTOWSKI et al., 2007).

Foi estipulado um terreno hipotético para a elaboração das atividades, com área suficiente para a composição de uma edificação térrea, e com certa complexidade de influência de sombra dos edifícios do entorno. As etapas projetuais propostas em sala de aula foram estruturadas da seguinte forma:

- Primeira Fase de Análise:

1. Identificação das estratégias bioclimáticas ideais para a cidade de Marília-SP: Foi solicitado que os alunos identificassem os dados climáticos mensais para a cidade de Marília-SP (média das temperaturas médias, médias das máximas, médias das mínimas, e umidades relativas médias), para um ano típico de referência (TRY). Devido à indisponibilidade de dados climáticos para a cidade de Marília, foram utilizados os dados climáticos para a cidade de Lins, recomendados por semelhança climática pelo site Projeteer (disponível em: <http://projeteer.mma.gov.br/>). Esses dados foram aplicados na carta psicométrica com plotagem do Diagrama de Givoni (1992), por meio da metodologia apresentada por Lamberts, Dutra e Pereira (2005), descrita na Figura 10. Assim, os alunos puderam identificar as estratégias bioclimáticas mais recomendadas para cada mês do ano e, inclusive, visualizar qual a pertinência do sombreamento dentre essas estratégias.

FIGURA 10 – Identificação das estratégias bioclimáticas na carta psicrométrica.



Fonte: Lamberts, Dutra e Pereira, 2005.

2. Tabulação bioclimática do programa de necessidades: utilizando o programa computacional Microsoft Excel, foi elaborada uma planilha na qual os alunos puderam inserir, para cada ambiente do programa de necessidades, as informações de padrões de ocupação relacionadas ao conforto térmico dos usuários: tempo de permanência máxima no ambiente, informado em horas; vestimenta, atividade metabólica, e calor produzido por equipamentos, informados em uma escala comparativa de 1 a 5 (Figura 11). Considerando as diferentes escalas de cada parâmetro, a planilha foi elaborada com cálculos automáticos para a normatização dos dados inseridos, assim como cálculos de média aritmética dos dados normatizados, para cada ambiente. As médias foram geradas considerando o mesmo peso de influência para cada parâmetro. Com base nessas médias, os alunos puderam organizar os ambientes em ordem decrescente (com o uso do filtro do próprio Microsoft Excel), de modo que fosse possível visualizar, comparativamente, quais ambientes exigiriam maior atenção e quais exigiriam menor atenção em relação ao desempenho térmico de sua composição arquitetônica. Evidencia-se que essa

planilha foi elaborada para situações de climas predominantemente quentes (secos ou úmidos), como o da cidade de Marília-SP. Em caso de climas predominantemente frios, seria necessária uma abordagem diferente.

FIGURA 11 – Tabulação bioclimática do programa de necessidades, com base em Lamberts, Dutra e Pereira (2005).

AMBIENTE	TEMPO DE PERMANÊNCIA		VESTIMENTA		ATIVIDADE METABÓLICA		C. P. EQUIPAMENTOS		TOTAL
	ABS	REL	ABS	REL	ABS	REL	ABS	REL	
2	5	0,10	2	0,06	3	0,10	5	0,17	0,43
1	8	0,17	3	0,08	2	0,07	3	0,10	0,42
13	6	0,13	3	0,08	3	0,10	2	0,07	0,38
5	4	0,08	4	0,11	3	0,10	2	0,07	0,36
14	4	0,08	2	0,06	2	0,07	4	0,13	0,34
10	4	0,08	3	0,08	3	0,10	2	0,07	0,33
6	0,5	0,01	2	0,06	4	0,13	3	0,10	0,30
3	3	0,06	3	0,08	2	0,07	2	0,07	0,28
7	1	0,02	3	0,08	2	0,07	2	0,07	0,24
8	4	0,08	3	0,08	1	0,03	1	0,03	0,23
11	5	0,10	2	0,06	1	0,03	1	0,03	0,23
12	1	0,02	2	0,06	2	0,07	1	0,03	0,18
4	2	0,04	2	0,06	1	0,03	1	0,03	0,16
9	0,25	0,01	2	0,06	1	0,03	1	0,03	0,13

Fonte: Do autor, 2019.

3. Estudo de influência de sombra do entorno edificado: Esse estudo foi realizado antes da elaboração do esboço de projeto, utilizando as ferramentas de sombra do SketchUp, de forma que fosse possível registrar as sombras do entorno edificado para os meses de interesse, para a futura definição do formato de implantação. Apesar da familiaridade dos alunos na modelagem por meio do SketchUp, foi necessário ensiná-los sobre as ferramentas de inserção de latitude (Janela > Informações do Modelo > Geolocalização > Definir Localização Manual), de inserção do norte (ferramenta Ângulo Norte), e de estudos de sombras (Ferramenta de Sombras). Isso demonstra que, apesar de a ferramenta ser bastante utilizada para a modelagem e para os estudos volumétricos, nem sempre é usada para os estudos de geometria solar. Para otimizar o tempo em sala de aula, o tutorial sobre o uso das ferramentas foi feito por meio de uma videoaula, hospedada no mesmo canal utilizado para a hospedagem das videoaulas de conteúdo da disciplina.

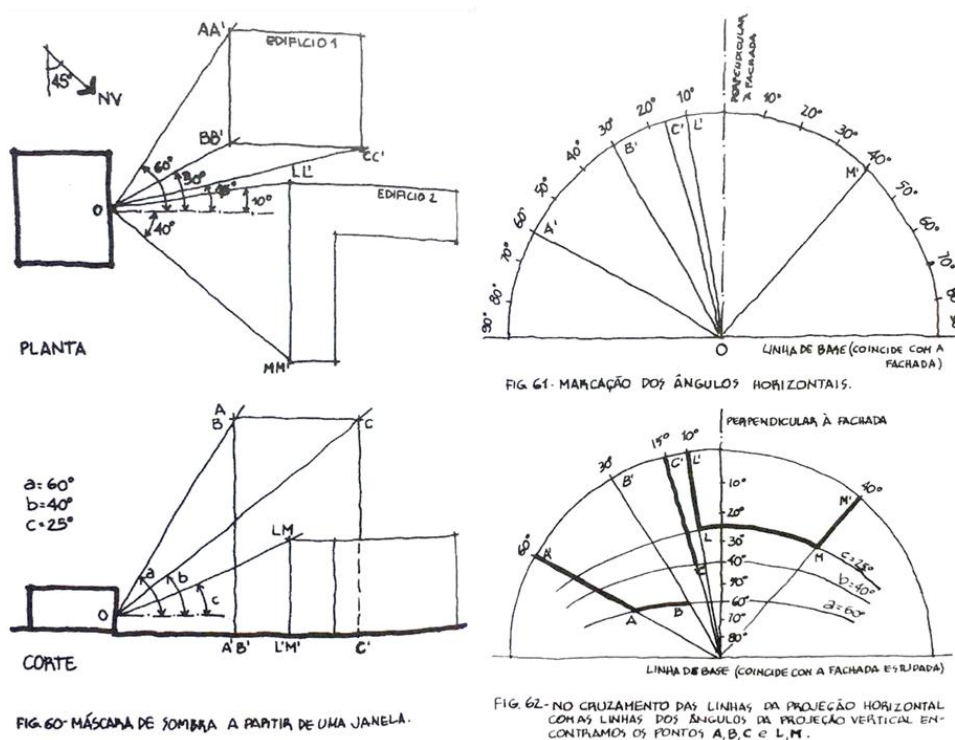
▪ Primeira Fase de Síntese:

4. Definição do formato de implantação (etapa de esboço): com base na área total definida pelo programa de necessidades, em sua experiência passada com o projeto escolar, nos estudos realizados anteriormente no Diagrama de Givoni, e nos registros de sombra do entorno edificado, os alunos fizeram, ainda no SketchUp, um estudo de viabilidade de formato e posição de implantação da edificação proposta, com o principal objetivo de adequar essa implantação à influência de sombra do entorno, aproveitando as sombras (principalmente vespertinas) nos meses mais quentes, e evitando as sombras nos meses mais frios.

▪ Segunda Fase de Análise:

5. Estudo das máscaras de sombra para o entorno edificado: com o formato de implantação já definido, os grupos traçaram, nas cartas solares (uma para cada face do formato de implantação), as máscaras de sombra referentes à influência de sombra do entorno imediato. Esse estudo foi feito com base nos procedimentos apresentados por Bittencourt (2004), para cada eixo de face, conforme ilustrado na Figura 12, e esmiuçado no Módulo 6. As ferramentas utilizadas foram o AutoCAD (para identificação dos ângulos de influência em planta e cortes), e o Analysis Sol-Ar ou as cartas solares impressas (para o traçado das máscaras de sombra).

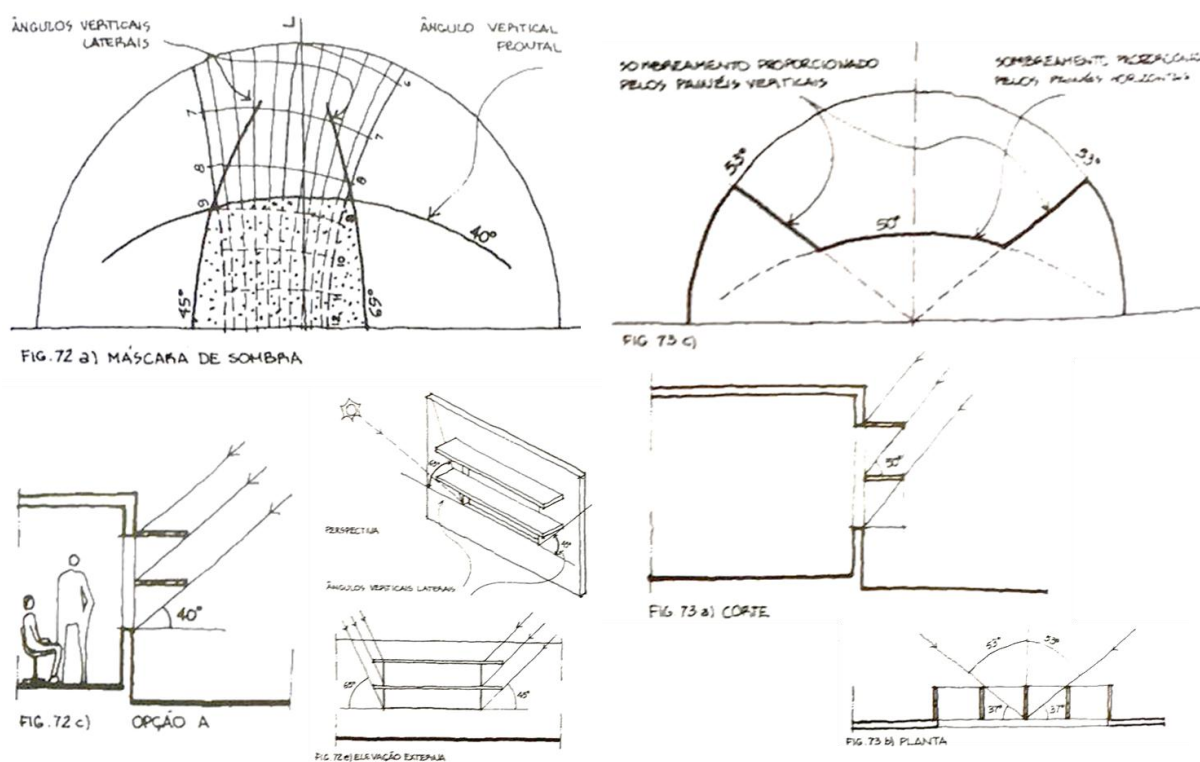
FIGURA 12 – Máscaras de sombra para o entorno edificado, por Bittencourt (2004).



Fonte: Bittencourt, 2004.

6. Estudo das máscaras de sombra ideais para cada face do formato de implantação (*Jigsaw Technique*): ainda com base no formato de implantação previamente definido, os alunos traçaram, nas cartas solares, as máscaras de sombra para proteções solares que consideravam ideais para cada uma de suas faces, ainda desconsiderando a influência do entorno imediato, com base nos conceitos apresentados por Bittencourt (2004), conforme ilustrado na Figura 13 e esmiuçado nos Módulos 7 e 8. Para isso, utilizaram como ferramentas o programa SunTool (o qual facilita a visualização simultânea entre composição de proteções e carta solar resultante), o Analysis Sol-Ar e as cartas solares impressas.

FIGURA 13 – Máscaras de sombra para proteções solares, por Bittencourt (2004).

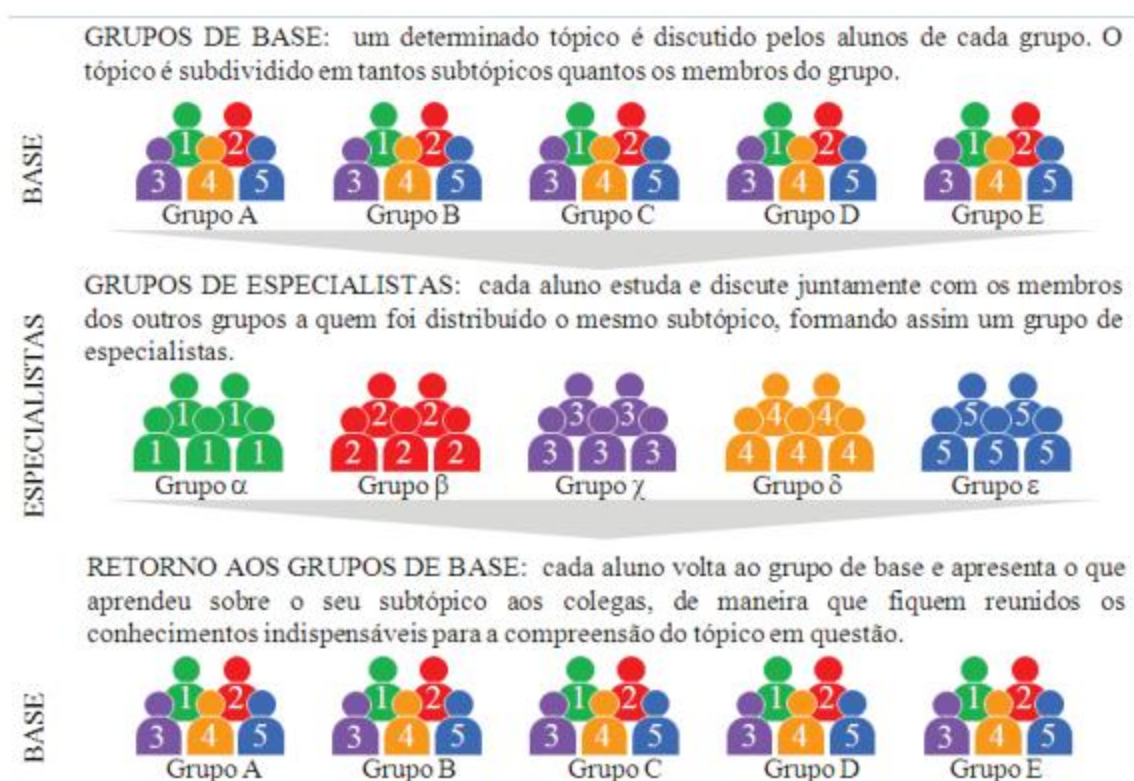


Fonte: Bittencourt, 2004.

Considerando que todos os grupos decidiram trabalhar com implantações alinhadas em relação ao norte, provavelmente por recomendação das próprias videoaulas, o escopo limitado (faces norte, sul, leste e oeste, para todos os grupos) permitiu a aplicação da “*Jigsaw Technique*”. Segundo Fatareli et al. (2010), nessa técnica de aprendizagem cooperativa, cada aluno dos grupos base (grupos de origem) é selecionado para integrar um outro grupo denominado grupo especialista. Cada grupo especialista fica encarregado de resolver uma parte do “quebra-cabeças” referente ao problema coletivo (no caso, as máscaras de sombra ideais para cada

uma das quatro faces). Após as partes do problema serem resolvidas pelos grupos especialistas, os alunos voltam aos seus grupos base com as informações encontradas, compartilhando-as uns com os outros (Figura 14).

FIGURA 14 – Representação esquemática de atividade baseada no método cooperativo de aprendizagem *Jigsaw Technique*.



Fonte: Fatareli et al., 2010.

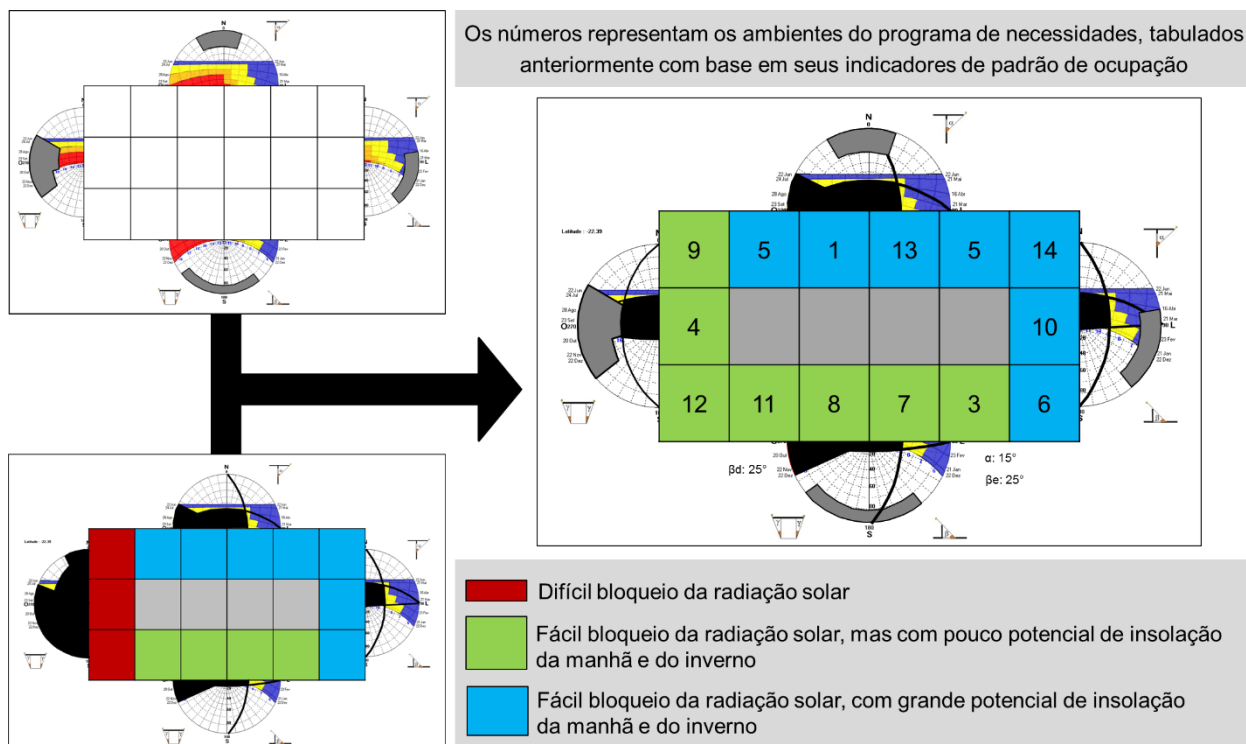
Sendo assim, no caso em questão, um grupo especialista ficou encarregado pela face sul, outro pela face norte, outro pela leste e outro pela oeste. É importante evidenciar que, para que todos os grupos especialistas tenham a mesma quantidade de alunos, o recomendado é que suas quantidades sejam equivalentes à quantidade de integrantes por grupo base. Entretanto, considerando o número de integrantes por grupo base (5 alunos) e o número de grupos especialistas necessários (4 grupos), essa divisão não ficou exata, sendo que, em alguns casos, dois alunos de um mesmo grupo base foram inseridos em um mesmo grupo de especialistas. Também é importante evidenciar que essa técnica só pôde ser inserida no processo pois todos os grupos base definiram implantações com as mesmas orientações, configurando assim o mesmo problema coletivo. A divergência dessas definições inviabilizariam a aplicação da técnica.

- Segunda Fase de Síntese:

7. Mapeamento térmico no formato de implantação (esboço): nesse momento, os grupos associaram as máscaras de sombra para proteções solares identificadas para cada face do formato de implantação com as máscaras de sombra geradas para o entorno imediato. Assim, as máscaras de sombra para proteções solares identificadas coletivamente foram adaptadas às realidades individuais de cada grupo. Então, foi solicitado que os alunos organizassem o programa de necessidades, já tabulado, no formato de implantação, com a sugestão do uso de post-its coloridos (cada cor indicando um determinado setor), baseando-se nas dificuldades de bloqueio seletivo da insolação identificadas nas máscaras de sombra resultantes para cada face: os ambientes de maior atenção deveriam ser posicionados nas orientações de mais fácil bloqueio seletivo da insolação (máscaras de sombra mais abertas, e com a presença da insolação desejável), enquanto os ambientes de menor atenção deveriam ser posicionados nas orientações de mais difícil bloqueio seletivo (máscaras de sombra mais fechadas, e sem a presença da insolação desejável). Como resultado, os alunos tinham em mãos um mapeamento de arranjo bioclimático do programa de necessidades que sintetizava tanto as necessidades bioclimáticas do padrão de ocupação, quanto as potencialidades e limitações solares da implantação definida (Figura 15). Esse instrumento norteador seria utilizado como regra a ser almejada nas próximas etapas projetuais, servindo como meio de registro, e tornando-se o elo entre as fases do ciclo de decisão (ANDRADE; RUSCHEL; MOREIRA, 2011).

8. Desenvolvimento do projeto (anteprojeto): Como síntese das informações contidas no programa de necessidades (setores e dimensões), do repertório arquitetônico anterior com o programa arquitetônico (desenvolvido no ano anterior na disciplina de projeto arquitetônico), e do mapeamento térmico no formato de implantação (usado como conjunto de regras norteadoras), os alunos passaram para a fase de desenvolvimento do projeto escolar (anteprojeto), definindo o arranjo funcional, dimensões, circulações, acessos e aberturas. Após sua definição, os alunos fizeram a avaliação do anteprojeto com base no mapeamento térmico desenvolvido, a fim de identificar lacunas de desempenho, as quais resultaram em uma revisão do anteprojeto e/ou na definição das proteções solares a serem projetadas na próxima etapa (detalhamento).

FIGURA 15 - Esquematização do mapeamento térmico, como síntese das etapas de análise anteriores.

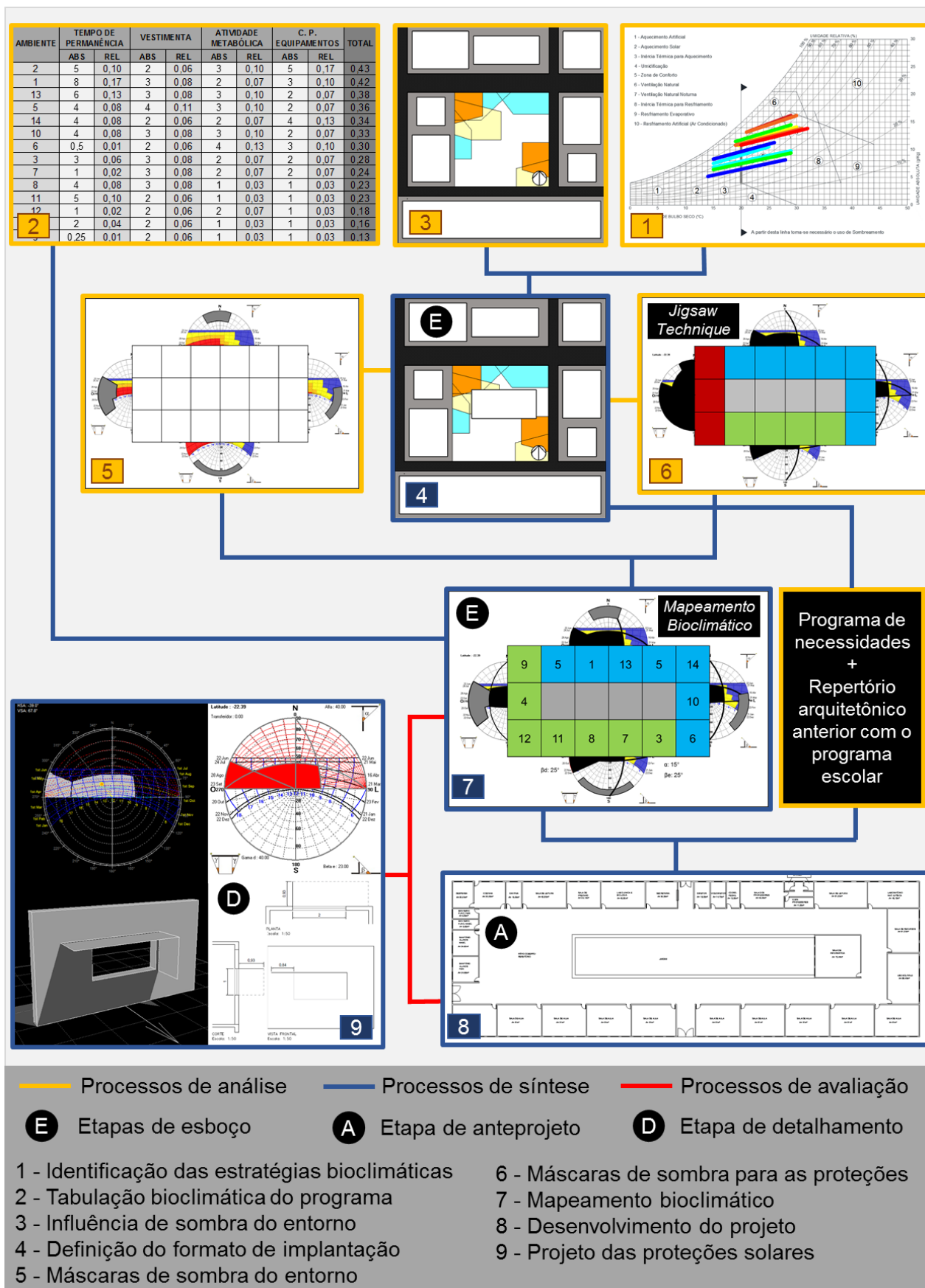


Fonte: Do autor, 2019.

9. Projeto das proteções solares (detalhamento): identificadas as necessidades de se projetar proteções solares, e para quais superfícies, os grupos materializaram as máscaras de sombra para proteções solares, já definidas anteriormente, no projeto arquitetônico. Nesse momento, os alunos puderam utilizar as ferramentas SunTool, Analysis Sol-Ar, cartas solares impressas, SketchUp e AutoCAD para criarem as melhores composições possíveis, individualmente para cada superfície, ou coletivamente como parte das definições volumétricas do projeto.

O processo projetual proposto é apresentado, em síntese, na Figura 16. Apesar das solicitações sistemáticas no decorrer da disciplina, com o objetivo de tornar o processo exequível à carga horária disponível, foi esclarecido aos alunos que, em sua adoção nas futuras disciplinas projetuais, esse processo seria holístico, se integrando às diversas condicionantes de projeto não desenvolvidas na disciplina Conforto Ambiental.

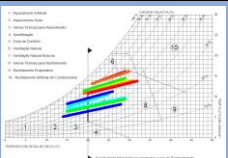
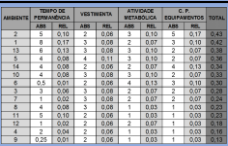
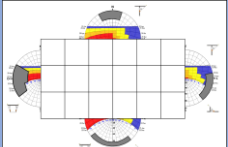
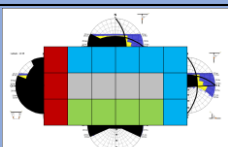
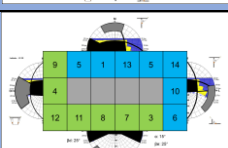
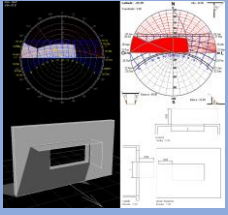
FIGURA 16 – Esquematização do processo projetual proposto.



3.1.5 Organização cronológica da disciplina

Os estudos extraclasse e as atividades em sala de aula foram organizados no cronograma presente no Quadro 3.

QUADRO 3 – Cronograma da disciplina Conforto Ambiental (1º bimestre).

ESTUDO EXTRACLASSE		ATIVIDADE EM SALA DE AULA			
MÓD	CONTEÚDO	ATIVIDADE	FERRAMENTA	PRODUTO	AULA
1	Conforto Ambiental e Variáveis Ambientais (11m29s)	1. Identificação das estratégias ideais para a cidade de Marília-SP	Método de Lamberts, Dutra, e Pereira (2005) + Carta Psicométrica		3 (17/08/18)
2	Diagrama de Givoni e Estratégias Bioclimáticas (14m15s)	2. Tabulação bioclimática do programa de necessidades	Planilha baseada em Lamberts, Dutra, e Pereira (2005)		
3	Geometria Solar e Cartas Solares (14m53s)	3. Estudo de influência de sombra do entorno edificado 4. Definição do formato de implantação (esboço)	SketchUp + Estudos bioclimáticos mensais + repertório anterior de projeto escolar		4 (24/08/18)
4	Proteções Solares e Transferidor de Ângulos (15m40s)				
5	Sombreamento: necessidades térmicas e lumínicas (19m58s)				
6	Máscaras de Sombra: Barreiras do Entorno Edificado (14m43s)	5. Estudo das máscaras de sombra para o entorno edificado	AutoCAD + Carta Solar SOLAR + Método de Bittencourt (2010)		5 (31/08/18)
7	Máscaras de Sombra: Proteções Solares - Parte 1 (15m00s)	6. Estudo das máscaras de sombra ideais para cada face do formato de implantação (<i>Jigsaw Technique</i>)	SunTool + Carta Solar SOLAR + Método de Bittencourt (2010)		
8	Máscaras de Sombra: Proteções Solares - Parte 2 (17m44s)	7. Mapeamento térmico do formato de implantação (esboço)	Máscaras de Sombra + Tabulação Bioclimática		
-	-	8. Desenvolvimento do projeto (anteprojeto)	AutoCAD + Mapemanto Térmico + repertório anterior de projeto escolar		Atividade para casa (07/09/18)
9	Projeto de proteções solares - Parte 1 (29m06s)	9. Projeto das proteções solares (detalhamento)	SunTool + Máscaras de Sombra para cada face + AutoCAD + SketchUp		6 (14/09/18)
10	Projeto de proteções solares - Parte 2 (29m15s)				7 (21/09/18)

Fonte: Do autor, 2019.

Devido à curta duração do bimestre (apenas 9 semanas), foi necessário organizar as atividades em apenas 6 dias de “aula”, sendo um deles feriado nacional (07 de Setembro). Nesse dia, a atividade foi solicitada para casa, considerando a maior autonomia dos alunos para a execução da mesma (desenvolvimento do projeto, com definição do arranjo funcional, dimensões, circulações, acessos e aberturas). Nas demais aulas referentes ao primeiro bimestre, não presentes no quadro, foram desenvolvidas as seguintes atividades:

- Aula 1 (03/08/18): Apresentação do Plano de Ensino da disciplina e da metodologia da Sala de Aula Invertida;
- Aula 2 (10/08/18): Convite à participação na pesquisa (aplicação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE), devido à necessidade de aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), e aplicação do Índice de Estilos de Aprendizagem (ILS). Devido à ausência da maioria dos alunos no primeiro dia de aula, essa aula também foi utilizada para a retomada da conceituação e da importância da metodologia da Sala de Aula Invertida enquanto estruturação da disciplina, sendo expostos os objetivos esperados da aprendizagem, o cronograma da disciplina (Quadro 2), o conteúdo das atividades, e a colaboração de cada uma delas no resultado final (projetual e de aprendizagem), considerando que o aluno precisa ver sentido no que faz, e não realizar as atividades de forma mecânica (SUHR, 2016).
- Aula 8 (28/09/18): Revisão de Conteúdo (esclarecimento de dúvidas) e aplicação da Avaliação Bimestral;
- Aula 9 (05/10/18): Reaplicação do Índice de Estilos de Aprendizagem (ILS) e aplicação do questionário de satisfação.

3.2 Avaliações

3.2.1 Avaliação dos projetos

Foi solicitada a apresentação final, em forma de painel, dos projetos desenvolvidos durante a disciplina, como produtos de todas as atividades realizadas em sala de aula, evidenciando os processos aplicados, relacionados à arquitetura bioclimática.

Com o objetivo de selecionar um método para a avaliação dos projetos entregues pelos alunos, foi utilizado como aporte teórico o trabalho desenvolvido por Pereira (2013), no qual a autora discute sobre diversos métodos de avaliação

aplicáveis a projetos escolares, e valida alguns deles. Dentre os métodos abordados (e validados) pela autora, destaca-se, por aproximação às questões relacionadas ao conforto ambiental, o método denominado “Metodologia de avaliação de conforto ambiental de projetos escolares – otimização multicritério” (GRAÇA, 2002; GRAÇA; KOWALTOWSKI, 2004), classificado por Pereira (2013) como um índice de confiabilidade.

Pelo termo “otimização”, o método objetiva auxiliar na seleção de uma alternativa de projeto que, dentre outras, apresenta as melhores soluções em relação à parâmetros pré-estabelecidos. Os parâmetros, nesse caso, se dividiram em quatro categorias de conforto: térmico, luminoso, acústico e funcional. Nas três primeiras categorias, as pontuações de qualificação dos parâmetros foram determinadas por especialistas da área de conforto ambiental, por escala semântica, posteriormente transformados em dados quantitativos. Para a última, se estabeleceu medições retiradas dos próprios projetos. Os dados quantitativos foram então transformados em graus de pertinência, cujas médias foram utilizadas para criar o índice de verificação para a seleção das melhores soluções de projeto (GRAÇA; KOWALTOWSKI, 2004).

Para o conforto térmico, foram qualificadas sete configurações de sala de aula, em relação às posições de suas aberturas (únicas, paralelas ou adjacentes) e em relação à associação ou não com corredores cobertos, em paralelo a oito possibilidades de orientação solar e de ventilação predominante, resultando em 56 configurações possíveis a serem qualificadas. Para o conforto luminoso, as mesmas configurações de posições de aberturas e orientação foram qualificadas, excluindo a variável ventilação predominante. Para o conforto acústico, foram qualificadas diversas configurações de distribuição espacial entre ambientes ruidosos e ambientes sensíveis ao ruído. Por fim, para o conforto funcional, os graus de pertinência foram estabelecidos com base nos tempos gastos para locomoção entre as salas de aula e os banheiros, relacionados às distâncias entre esses ambientes (GRAÇA; KOWALTOWSKI, 2004).

Apesar de sua grande relevância e contribuição como ferramenta de avaliação, algumas divergências impossibilitaram a aplicação do método de Graça (2002) na presente pesquisa: o método considera parâmetros referentes a conceitos não abordados e, assim, não aplicados no período de estudo, tais como ventilação natural e arranjo acústico dos ambientes (uma vez que estes foram abordados apenas no segundo bimestre da disciplina); em paralelo, o método não considera

particularidades essenciais consideradas intrinsicamente nas atividades projetuais desenvolvidas com os alunos, tais como a relação entre os padrões de ocupação (variáveis humanas) e o arranjo bioclimático do programa de necessidades, a contribuição das barreiras do entorno, e a variabilidade tipológica dos dispositivos de proteção solar (sentido, inclinação, profundidade, distanciamento, etc), uma vez que considera apenas a influência de corredores cobertos.

Assim, considerando todas as particularidades do processo projetual proposto e a necessidade de avaliar as nos resultados apresentados pelos alunos, optou-se por trabalhar com a seleção de parâmetros e a classificação, reconhecendo os projetos aceitáveis e não aceitáveis com base em parâmetros relacionados intrinsicamente às etapas desenvolvidas com os alunos, em paralelo a questões funcionais básicas de projeto. Os pesos atribuídos estão relacionados tanto com a pertinência de cada parâmetro, quanto com sua complexidade de aplicação. Os projetos entregues pelos grupos foram então avaliados, pelo próprio professor da disciplina e autor desta pesquisa, com base em suas implantações, plantas, perspectivas (quando apresentadas), detalhamentos e apresentações dos instrumentos utilizados nos processos, em uma escala de pontuação de 0 a 10, quantos aos critérios descritos abaixo:

- Estudo de sombreamento do entorno e definição do formato de implantação (peso: 1,0), avaliando se os alunos consideraram os aspectos de geometria solar e a realidade climática da cidade de estudo (Marília-SP) para a definição do formato e posição da implantação, e se esses estudos foram apresentados.
- Tabulação bioclimática do programa de necessidades (peso: 1,0), avaliando se os alunos souberam tabular as variáveis humanas e padrões de ocupação referentes ao conforto térmico, em cada ambiente, se esses estudos foram corretamente apresentados, e se foram utilizados para as etapas seguintes.
- Máscaras de sombra do entorno edificado para cada face do formato de implantação previamente definido (peso: 1,0), máscaras de sombra para as proteções solares, também em cada face do formato de implantação (peso: 1,0), e integração entre as máscaras de sombra do entorno e as máscaras de sombra das proteções solares, adaptando-as à situação do projeto no terreno (peso: 0,5).
- Arranjo bioclimático (peso: 1,5), avaliando se os alunos posicionaram os ambientes adequadamente no formato de implantação, com base na associação entre

seus padrões de ocupação e as dificuldades de bloqueio seletivo da radiação solar para cada face dessa implantação.

- Arranjo funcional (peso: 1,5), avaliando se os alunos dimensionaram corretamente os ambientes e se os distribuíram de acordo com suas necessidades de setorização, circulação e acessos.

- Projeto das proteções solares (peso: 1,5), avaliando se os alunos desenvolveram proteções que se relacionem com as máscaras de sombra previamente estudadas, se essas proteções foram adequadamente inseridas no projeto arquitetônico, em detrimento às suas reais necessidades, e se foram corretamente detalhadas.

- Síntese arquitetônica final (1,0), avaliando o nível de abstração alcançado na integração de todos os critérios anteriores e a complexidade volumétrica desenvolvida nos projetos.

Devido ao escopo definido para os objetivos disciplinares e ao tempo limitado para as atividades em sala de aula, os demais critérios de composição arquitetônica, como conforto acústico, desempenho luminoso, ventilação natural, linguagem arquitetônica, especificações e estudos termofísicos dos materiais não foram considerados na avaliação dos projetos.

3.2.2 Avaliações dos resultados de aprendizagem (variáveis dependentes)

Em sua pesquisa de revisão bibliográfica sobre as abordagens avaliativas, no contexto dos resultados de aprendizagem, Freitas, Costa e Miranda (2014) apresentam os três tipos de avaliação, descritos abaixo:

- Avaliação diagnóstica: aplicada geralmente antes do início do processo educativo, tem o objetivo de verificar a presença ou não de conhecimentos e habilidades prévios nos alunos, referentes ao assunto da disciplina que será aplicada, de modo que seja possível compreender as capacidades já existentes na turma, contribuindo para as tomadas de decisão e planos de ação iniciais.

- Avaliação formativa: aplicada ao longo do processo educativo, e de forma contínua, tem o objetivo de verificar a consolidação da aprendizagem em momentos em que possíveis problemas possam ser remediados. Assim, proporciona informações para que o professor interfira no que está comprometendo a aprendizagem enquanto isso ainda é possível, aperfeiçoando o planejamento das

aulas, e estabelecendo meios de recuperação. Nesse sentido, Melo e Bastos (2012) fazem uma interessante associação entre a avaliação formativa, durante o processo de aprendizagem, e a característica fundamental de interação entre professor, aluno e conhecimento da visão construtivista sociointeracionista, que, por sua vez, é um dos princípios para o surgimento das metodologias ativas de ensino, como já abordado anteriormente. Na visão das autoras,

Para que a avaliação deixe de ser tão temida, o aluno deve saber como está sendo avaliado e **a avaliação precisa ser transformada em oportunidade para que o aluno demonstre ter adquirido competência como estudante. Ela deve ocorrer durante todo o processo de ensino-aprendizagem**, trazendo sempre que possível, situações que promovam o pensamento de forma criativa e crítica, dando preferência a questões que levem ao raciocínio e não somente à memorização [...] Sugerimos considerar e valorizar a participação do aluno, seus exercícios feitos em aula e em casa, trabalhos de pesquisa em grupo e individual, interpretação, produção textual, debates, organização do caderno, frequência, disciplina, seu interesse, iniciativa, autonomia, questionamentos, empenho e desempenho. **Essas observações devem fazer parte do dia a dia do professor, pois trata-se de considerações que não são possíveis de serem avaliadas com uma prova.** É importante a utilização de vários instrumentos, no sentido de avaliar o aluno em todas as suas vertentes. (MELO; BASTOS, 2012, p. 201).

No caso desta pesquisa, a avaliação formativa se deu por meio dos exercícios de fixação resolvidos pelos alunos e postados online na plataforma Moodle. Com isso, ao mesmo tempo em que os alunos poderiam praticar o conteúdo estudado e compreender suas próprias dificuldades, antes da aula prática propriamente dita, o professor poderia ter um indicador de consolidação de aprendizagem para cada aluno, e compreender as principais dificuldades sobre cada módulo. Para garantir que os exercício fossem mesmo resolvidos pelos alunos, foi estabelecido que sua resolução constituiria parte da nota bimestral, mas que os alunos teriam chances de corrigi-los, caso não tenham resolvido corretamente na primeira tentativa.

- Avaliação somativa: aplicada ao final do processo educativo, visa mensurar (quantitativamente ou qualitativamente) o resultado de aprendizagem do aluno, em comparação aos objetivos de aprendizado estabelecidos previamente.

No caso desta pesquisa, a avaliação somativa aconteceu de duas formas:

- 1- Avaliação somativa quantitativa (notas somativas): notas dos alunos considerando sua pontuação na prova bimestral (peso 6,0), avaliação dos projetos entregues (peso 2,0), e avaliação dos exercícios postados na plataforma Moodle, em

sua última versão (peso 2,0). É importante evidenciar que, nesse caso, a avaliação formativa contribui para a composição da avaliação somativa.

2 - Avaliação somativa qualitativa (níveis cognitivos): considerando os objetivos da disciplina e o caráter prático adotado para ela, como resultado de aprendizagem dos alunos não foram considerados apenas seus desempenhos quantitativos, mas também seus desempenhos qualitativos, por meio da taxonomia dos objetivos instrucionais elaborada por Bloom et al. (1956) e revisada por Anderson et al. (2001). Para a melhor compreensão da estrutura original dessa taxonomia, e das alterações referentes à sua revisão, foi utilizada, principalmente, a pesquisa de revisão elaborada por Ferraz e Belhot (2010).

Originalmente, a taxonomia dos objetivos instrucionais elaboradas por Bloom et al. (1956), conhecida comumente como Taxonomia de Bloom, buscava organizar os objetivos instrucionais de disciplinas diversas em níveis de aquisição de habilidades cognitivas, proporcionando um diagnóstico sistemático da aprendizagem dos alunos nessas disciplinas (MONTEIRO; TEIXEIRA; PORTO, 2012). Assim, a taxonomia classificava o domínio cognitivo em seis categorias hierárquicas, e considerava que o indivíduo deveria dominar a anterior antes de atingir a próxima (COSTA; PFEUTI; CASA NOVA, 2014; MONTEIRO; TEIXEIRA; PORTO, 2012; FERRAZ; BELHOT, 2010):

- Conhecimento: habilidade de lembrar e reproduzir com exatidão as informações estudadas, sem necessariamente estabelecer relações entre elas – ênfase na memória.
- Compreensão: habilidade de compreender e dar significado a um conteúdo, interpretando-o, traduzindo-o, ou extrapolando-o em contextos diferentes.
- Aplicação: habilidade de aplicar procedimentos, métodos ou conteúdos compreendidos em situações diferentes e concretas.
- Análise: habilidade de subdividir o conteúdo para a identificação de suas partes, compreensão das relações entre elas (similaridades, diferenças, e relações de causa-efeito), e reconhecimento dos princípios organizacionais envolvidos (classificações, organizações e disposições sistemáticas).
- Síntese: habilidade de produzir (criar) algo novo com a combinação de partes antes não organizadas.
- Avaliação: habilidade de julgar, quantitativamente ou qualitativamente, o valor de um material, confrontando-o com um critério pré-estabelecido.

Na revisão elaborada por Anderson et al. (2001), a base das categorias foi mantida, entretanto, foram adotadas as seguintes alterações (FERRAZ; BELHOT, 2010):

1 - As categorias originais (conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação) foram substituídas por verbos equivalentes: lembrar, entender, aplicar, analisar criar e avaliar, de modo que passam a ser consideradas “processos cognitivos”.

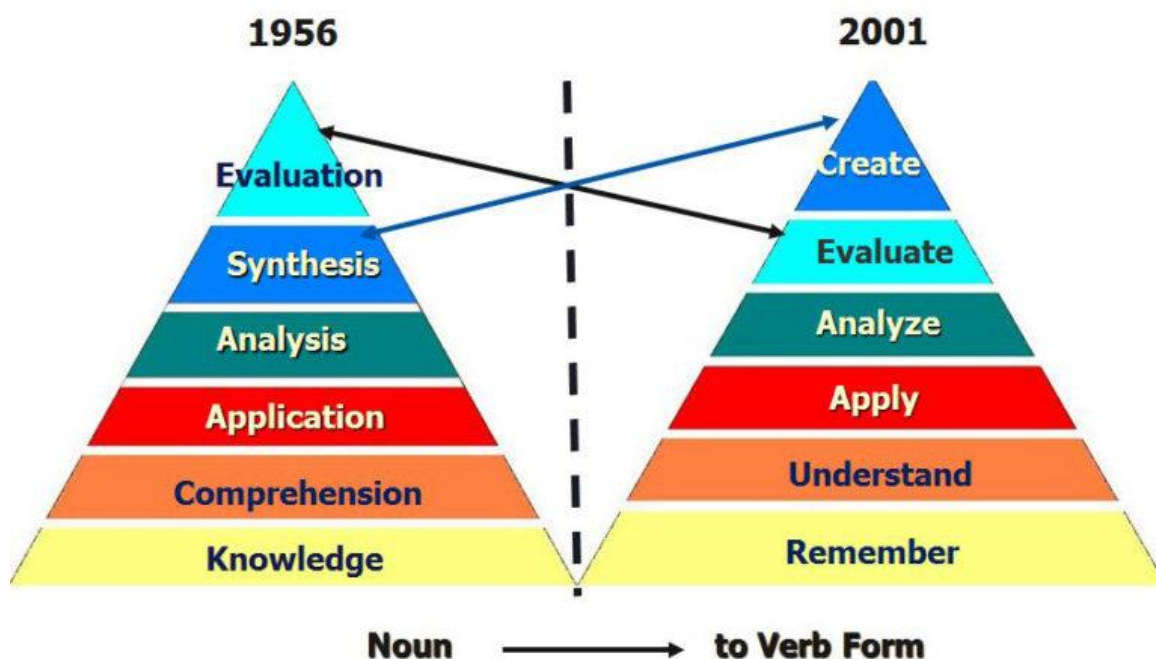
2 – As categorias avaliar (avaliação) e criar (síntese) foram invertidas na ordem hierárquica (Figura 17): passa a ser considerado necessário adquirir a habilidade de avaliar algo antes da habilidade de se criar algo novo.

3 - A taxonomia se torna bidimensional (Figura 18): divide-se em uma dimensão os processos cognitivos, e em outra os conhecimentos necessários para praticá-los. Assim surgem, em paralelo às seis dimensões do processo cognitivo, as quatro dimensões do conhecimento, as quais seguem descritas abaixo:

- Conhecimento Efetivo/Factual: relacionado aos conteúdos básicos, fatos que não precisam ser combinados ou entendidos, apenas reproduzidos.
- Conhecimento Conceitual: relacionado à inter-relação dos fatos e conteúdos básicos, em forma de teorias, modelos, generalizações e estruturas.
- Conhecimento Procedural: relacionado ao conhecimento de métodos, procedimentos e técnicas. Início do estímulo do conhecimento abstrato, mas ainda dentro de um contexto único, e não interdisciplinar.
- Conhecimento Metacognitivo: conhecimento constituído pela soma de todos os conhecimentos, porém em uma relação interdisciplinar, e não mais concentrado em um contexto único (maior nível de abstração do conhecimento).

[...] constantemente é solicitado aos discentes alto grau de abstração na realização de algumas atividades acadêmicas que simulam a realidade, e pode-se perceber que uma proporção muito pequena de alunos consegue realizar essas atividades de forma satisfatória. Desenvolver essa capacidade de abstração e utilização de um conhecimento específico de forma multidisciplinar é um processo que deve ser bem planejado, definido e organizadamente estimulado durante o período de formação (graduação), levando-se em consideração os estilos de aprendizagem. (BELHOT; FREITAS; VASCONCELLOS, 2006 apud FERRAZ; BELHOT, 2010, p. 422).

FIGURA 17 – Alteração da ordem hierárquica entre a Taxonomia de Bloom et al. (1956) e a revisada por Anderson et al. (2001).



Fonte: Wilson, 2001.

FIGURA 18 – Tabela Bidimensional da Taxonomia de Bloom (revisada).

DIMENSÃO CONHECIMENTO	DIMENSÃO PROCESSO COGNITIVO					
	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Efetivo/factual						
Conceitual						
Procedural						
Metacognitivo						
	Conhecimento		Competência		Habilidade	

Nível de Abstração

Fonte: Adaptado de Ferraz e Belhot, 2010.

Com base nesses conceitos, as questões da Avaliação Bimestral aplicada aos alunos (Apêndice A), assim como o projeto entregue por eles (produto das atividades desenvolvidas durante o semestre), foram classificadas na Tabela Bidimensional da Taxonomia de Bloom (revisada), conforme apresentado na Figura 19, e descrito a seguir:

FIGURA 19 – Classificação das questões da Avaliação Bimestral e do projeto entregue pelos alunos de acordo com a Tabela Bidimensional da Taxonomia de Bloom (revisada).

DIMENSÃO CONHECIMENTO	DIMENSÃO PROCESSO COGNITIVO					
	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Efetivo/factual						
Conceitual		3		4 e 5		
Procedural			1 e 2	4	6 e 8	7 e 8
Metacognitivo						Projeto
	Conhecimento		Competência	Habilidade		

Fonte: Do autor, 2019.

- Questão 1: nessa questão, o aluno deve ser capaz de **aplicar** o **conhecimento procedural** para identificar, na carta solar, o azimute e altura solar para determinado dia e horário.

- Questão 2: nessa questão, o aluno deve ser capaz de **aplicar** o **conhecimento procedural** - método de Lamberts, Dutra e Pereira (2005) -, para identificar, na carta psicométrica (Diagrama de Givoni), as estratégias ideais para dois meses cujas variáveis (hipotéticas) são apresentadas.

- Questão 3: nessa questão, o aluno deve ser capaz de **entender**, com o **conhecimento conceitual** de conforto ambiental (variáveis ambientais e humanas), a diferença entre duas situações de padrão de ocupação, para identificar quais variáveis interferem nas sensações de conforto dos usuários das situações propostas.

- Questão 4: nessa questão, o aluno deve ser capaz de **analisar**, com o uso do **conhecimento procedural** de desenvolvimento de máscaras de sombra para proteções solares e **conceitual** de conforto ambiental (variáveis ambientais e humanas), as cartas solares das 4 faces de um formato de implantação hipotético, comparativamente a um programa com padrões de ocupação, para identificar as informações corretas sobre o melhor arranjo bioclimático possível.

- Questão 5: nessa questão, o aluno deve ser capaz de **analisar**, com o uso do **conhecimento conceitual** de iluminação natural e de geometria solar, 3 sistemas de iluminação natural comparativamente a duas cartas solares para latitudes distintas e, assim, identificar as afirmações que apresentem as melhores apropriações desses sistemas para cada latitude apresentada.

- Questão 6: nessa questão, o aluno de ser capaz de **avaliar** a eficiência de uma composição de proteções solares para determinada orientação de uma carta solar, com o uso do **conhecimento procedural** de transposição de máscaras de sombra para proteções solares.

- Questão 7: nessa questão, o aluno deve ser capaz de **criar** uma composição de proteções solares para determinada orientação de uma carta solar, com o uso do **conhecimento procedural** relacionado às máscaras de sombra para proteções solares e ao projeto de proteções solares.

- Questão 8: nessa questão, o aluno de ser capaz de **avaliar** a influência de sombra de um edifício do entorno sobre determinada orientação da carta solar, com o uso do **conhecimento procedural** de transposição de máscaras de sombra para o entorno edificado, e em seguida **criar** uma composição de proteções solares para a mesma orientação, com o uso do **conhecimento procedural** relacionado às máscaras de sombra para proteções solares e ao projeto de proteções solares.

- Projeto: nesse material é avaliada a capacidade dos alunos de **criar** um projeto arquitetônico com o uso do **conhecimento metacognitivo**, relacionado à associação interdisciplinar entre os conteúdos absorvidos na disciplina de Conforto Ambiental e todo o seu repertório anterior de conhecimento no âmbito projetual, sendo possível, assim, avaliar sua capacidade de abstração do conteúdo aplicado.

Apesar de necessários para se atingir os demais níveis cognitivos exigidos, o processo cognitivo lembrar e a dimensão de conhecimento factual não foram exigidos em nenhuma das questões/avaliações, uma vez que o objetivo da estratégia proposta consistia em alcançar as habilidades superiores de pensamento (criar e avaliar), estando as habilidade básicas empregadas aos estudos individuais, fora da sala de aula (SCHNEIDER et al., 2013).

3.2.3 Identificação dos estilos de aprendizagem (variáveis independentes)

Considerando que esta pesquisa se volta ao estudo do ensino-aprendizagem, é de extrema importância a abordagem sobre o estilos de aprendizagem dos alunos, uma vez que isso determina o quanto os mesmos conseguem absorver e replicar o conteúdo ensinado, de acordo com o método utilizado pelo professor (FELDER; SILVERMAN, 1988).

Felder e Silverman (1988) defendem que a estrutura do ensino-aprendizagem deve ser pensada em um processo de duas etapas, que envolvem a recepção e o processamento da informação, pelos alunos. Dentro deste contexto, definiram 4 dimensões de estilos de aprendizagem a serem identificadas nos alunos: sensorial/intuitivo, visual/verbal, ativo/reflexivo, e sequencial/global. Inicialmente, os autores definiram uma quinta dimensão, indutiva/dedutiva, mas a mesma foi refutada por Felder (2002), por constatar que os alunos provavelmente se enquadrariam na categoria dedutiva, na qual as informações são recebidas por eles de forma passiva, o que poderia justificar a contínua utilização das metodologias tradicionais de ensino, pelos professores.

A dimensão *sensorial/intuitivo* identifica a maneira com que os alunos percebem o mundo. Os alunos sensoriais gostam de fatos, dados, experimentação, gostam de seguir métodos, não gostam de surpresas, são pacientes com detalhes, não gostam de complicações, são bons em memorizar, são cuidadosos mas muitas vezes lentos e possuem dificuldades em interpretar. Alunos intuitivos gostam de princípios, teorias e inovação, não gostam de detalhes, gostam de complicações, são bons em compreender novos conceitos, são rápidos mas descuidados, possuem facilidade em interpretar, especular e imaginar (FELDER; SILVERMAN, 1988).

A dimensão *visual/verbal* identifica como os alunos preferem receber as informações. Os alunos visuais se lembram melhor do que viram em forma de imagens, diagramas, esquemas e demonstrações, esquecendo informações simplesmente ditas ou escritas. Os alunos verbais se lembram mais do que ouviram ou leram, principalmente se replicarem essas explicações para outras pessoas (FELDER; SILVERMAN, 1988).

A dimensão *ativo/reflexivo* identifica a maneira pela qual as informações são mentalmente convertidas em conhecimento (processadas) pelos alunos. Para alunos ativos, essa conversão acontece aplicando a informação em alguma situação ou problema, discutindo-a, explicando-a, ou testando-a de algum modo. Sendo assim, tendem a ser experimentalistas, e possuem facilidade em trabalhar em grupos. Para alunos reflexivos, essa conversão acontece pela análise e manipulação introspectivas da informação. Sendo assim, tendem a ser teóricos, preferindo trabalhar individualmente ou, no máximo, em duplas (FELDER; SILVERMAN, 1988).

A dimensão *sequencial/global* identifica a maneira com a qual os alunos absorvem melhor o conteúdo em relação à sua ordem de aplicação, pelo professor.

Alunos sequenciais seguem um raciocínio linear para resolver problemas, conseguindo absorver o conteúdo de forma parcial e segmentada, e em uma ordem progressiva de complexidade. Alunos globais absorvem o conteúdo de forma holística, não sequencial e não linear, dando grandes saltos no nível de complexidade, sendo sintetizadores e multidisciplinares, e criando conexões que muitas vezes os alunos sequenciais não conseguem. Para os alunos globais, o objetivo final e um panorama geral do conteúdo deve ser apresentado logo de início, de modo que consigam fazer conexões entre suas etapas fragmentadas. Da mesma forma, esses alunos precisam ser orientados quanto à sua capacidade de síntese e multidisciplinaridade, de modo que não percam o ânimo durante do processo (FELDER; SILVERMAN, 1988).

Com base nessa conceituação, assumiu-se como hipótese que a estratégia de ensino aplicada, com base nos preceitos da Sala de Aula Invertida, se adequaria melhor aos alunos de perfil: sensorial, devido ao caráter experimental e metódico dos conteúdos aplicados; visual, considerando a mídia escolhida e o apelo visual das aulas elaboradas e das atividades realizadas em sala de aula; e ativos, devido ao caráter totalmente prático da metodologia adotada, a qual, inclusive, pode desagradar os alunos fortemente inclinados ao perfil reflexivo. Quanto à dimensão Sequencial/Global, assumiu-se que os alunos de ambos os perfis poderiam se adaptar bem às videoaulas, considerando a possibilidade de controlar o ritmo dos estudos (sequencialmente, ou dando grandes saltos), mas os processos metodológicos direcionados em sala de aula, totalmente sequenciais, poderiam desagradar os alunos de perfil global. Entretanto, teoricamente, os alunos intuitivos e globais são os que possuem maior habilidade de abstração e síntese multidisciplinar, o que pode contribuir bastante para os resultados projetuais.

Para auxiliar professores e pesquisadores a identificarem os estilos de aprendizagem dos alunos dentro de suas quatro dimensões, Felder e Soloman (1999) desenvolveram o *Index of Learning Styles* (ILS) ou Índice de Estilos de Aprendizagem (Anexo B), um questionário de 44 questões, com alternativas binárias, o qual foi aplicado aos alunos antes da prática da Sala de Aula Invertida, e após a mesma. Os resultados serão analisados individualmente, para investigar a evolução dos alunos e possíveis mudanças de comportamento, e utilizados como parte das variáveis independentes para as regressões ordinais e lineares.

3.2.4 Contexto e percepção dos alunos (variáveis independentes)

Esta pesquisa também investigou o contexto pessoal (cotidiano) dos alunos, e a sua percepção quanto à estratégia de ensino aplicada. Essa investigação foi feita por meio da aplicação de um questionário composto por 21 questões (Apêndice B), estruturado com base nos questionários aplicados por Lemos e Perl (2014) e Bergfjord e Heggernes (2016), também no contexto da investigação sobre a metodologia da Sala de Aula Invertida.

As questões foram estruturadas de modo a facilitar seu preenchimento, mas podem ser classificadas em oito categorias de investigação:

- Eficiência da inversão da sala de aula, sob o olhar dos alunos, em parâmetros gerais e específicos;
- Exequibilidade dos estudos propostos fora da sala de aula, comparando o tempo extraclasse disponível para os estudos com o tempo exigido pela disciplina;
- Contribuição dos meios de aprendizagem, objetivando descobrir quais foram mais determinantes para os resultados de aprendizagem dos alunos;
- Contribuições das videoaulas, investigando em quais aspectos elas alteraram as posturas de aprendizagem dos alunos;
- Nível de dificuldade encontrado pelos alunos em cada módulo da disciplina, assim como a frequência de visualizações para cada um, de modo que possam ser identificados os pontos críticos a serem enfatizados, ou mais bem trabalhados;
- Eficácia das atividades projetuais propostas em sala de aula, com o objetivo de identificar possíveis lacunas no método proposto, quanto à sistematização sugerida para o processo projetual, integração dos conceitos bioclimáticos e distribuição cronológica;
- Contribuição das ferramentas de auxílio à tomada de decisão utilizadas na disciplina, tanto para a elaboração do projeto quanto para a aprendizagem, com o objetivo de identificar suas potencialidades e limitações para com o método proposto;
- Autoavaliação dos alunos quanto ao seu grau de comprometimento com a disciplina, postura durante as atividades propostas em sala de aula, motivação e aptidão adquiridos, e resultado de aprendizagem.

Os questionários foram aplicados uma semana após a aplicação da Avaliação Bimestral, mas antes das notas serem divulgadas, para que não houvesse interferências nas respostas dos alunos. Seus resultados foram tabulados com base

nos critérios de investigação, analisados individualmente, e utilizados como parte das variáveis independentes para as regressões ordinais e lineares.

3.3 Análises dos Resultados

Os resultados foram analisados por meio de três tipos de análises estatísticas: análise descritiva, interpretando e comparando as médias das variáveis (dependentes e independentes) para a turma inteira, afim de identificar tendências que ajudem a explicar o fenômeno educativo; regressão logística ordinal, para a análise correlacional entre as variáveis independentes e os níveis cognitivos, considerando os resultados para cada aluno; e regressão linear múltipla, para a análise correlacional entre as variáveis independentes e as notas somativas, também considerando os resultados para cada aluno.

Evidencia-se que as análises descritivas geram resultados particulares apenas à amostra de estudo, não podendo ser generalizados. Nesse sentido, apenas os resultados obtidos pelas regressões logística e linear podem ser generalizados para além do grupo amostral, por se basearem em níveis de significância (p-valor), que, no caso desta pesquisa, foram adotados como 5%. Sendo assim, quando as associações encontradas pelas regressões obtiverem p-valor inferior a 0,05, podem ser consideradas estatisticamente significativas. No contrário, as conclusões devem se limitar ao âmbito descritivo.

Tanto para as regressões logísticas ordinais, quanto para as regressões lineares múltiplas, foi utilizado o programa RStudio – Version 1.1.463 (R CORE TEAM, 2019).

3.3.1 Regressão logística ordinal

Para relacionar a variável “nível cognitivo” com as demais em estudo, foram utilizados modelos de regressão logística ordinal. Esse tipo de análise estatística é usado quando a variável resposta (dependente) não é contínua, e sim categórica do tipo ordinal, ou seja, seus valores são categorias com ordenação, que expressam certo aumento de intensidade (LIU, 2014). Como nesse caso a variável dependente consiste em categorias ordinais que expressam a intensidade de cognição atingida pelo aluno, a regressão linear não seria apropriada, pelo fato de exigir a normalidade dos dados (KUTNER et al., 2005).

Em virtude da variável “nível cognitivo” ser ordinal discreta, ou seja, não provém de alguma variável contínua que foi agrupada, o método de regressão logística ordinal ideal a ser utilizado é o “modelo estereótipo”. Este modelo relaciona uma variável explicativa (independente) com a variável resposta (dependente), comparando seu comportamento dentro dos níveis da variável resposta, com o maior nível desta. Esta é a forma que o modelo usa para averiguar se as mudanças na variável explicativa acontecem de forma significativa ou não em relação à variável resposta (LIU, 2014). Aplicando à variável dependente “nível cognitivo”, se existirem mudanças significativas em uma variável independente entre os indivíduos de um nível cognitivo para outro, e se essa mudança for linear (aumentando ou diminuindo em cada nível), a associação entre essa variável e o nível cognitivo provavelmente será significativa. Quando os valores da explicativa não sofrerem grandes alterações entre os indivíduos de um nível cognitivo para outro, ou essas alterações não forem lineares, isso indicará que esta variável não está associada ao nível cognitivo.

As etapas para a aplicação da regressão logística ordinal por meio do modelo estereótipo seguem descritas a seguir (LIU, 2014):

1 – Matriz de Correlação de Kendall: antes de ajustar o modelo estereótipo para cada grupo de variáveis, foram calculados os coeficientes de correlação de Kendall, que representam a medida de correlação entre duas variáveis, em uma escala de -1 a 1, sendo que, quanto mais próximo dessas extremidades, mais forte a correlação: se negativo, indica que as variáveis são relacionadas de forma inversamente proporcional; se positivo, são relacionadas de forma proporcional; valores superiores a 0,7 ou inferiores a -0,7 indicam fortes correlações entre as variáveis. Essa matriz é apropriada para dados ordinais, de modo a verificar associação entre variáveis explicativas e evitar multicolinearidade. A multicolinearidade ocorre quando duas ou mais variáveis explicativas são fortemente correlacionadas, sendo um problema que prejudica os modelos de regressão de qualquer tipo, por ferir um pressuposto básico das regressões de que as variáveis explicativas são independentes. Por isso, quando isso acontece, as variáveis em questão não podem ser incluídas juntas em um mesmo modelo. Em paralelo, a matriz pode ser útil para identificar e interpretar comportamentos correlacionados entre as variáveis explicativas, no âmbito descritivo.

2 - Teste Qui-Quadrado: esse teste é utilizado para definir quais variáveis independentes relacionar com a variável dependente no modelo estereótipo, já que,

para este, não há um método de seleção de variáveis definido. O teste consiste em associação entre as variáveis por meio de uma tabela cruzada, visando verificar se essa associação é significativa. A conclusão com respeito ao teste é tirada com base no seu p-valor: quando este é menor que 0,05, a associação entre as variáveis é considerada estatisticamente significativa, e assim, essas podem ser utilizadas para o modelo estereótipo. Caso contrário, conclui-se que não estão associadas, devendo a seleção das variáveis independentes para o modelo estereótipo ser baseada nos coeficientes de correlação de Kendall, ou então as conclusões serem tomadas apenas no âmbito descritivo.

3 - OR (Odds Ratio): Também conhecida como “razão de chances”, expressa os resultados finais para os modelos estereótipos, sendo a medida utilizada para se comparar a variação das variáveis explicativas, previamente selecionadas, entre os grupos da variável dependente categórica. Nesse caso, são feitas as relações de variação para a variável independente, em cada categoria da variável dependente compara à sua categoria extrema (como exemplo: categoria 1 versus 5, categoria 2 versus 5, categoria 3 versus 5, e assim por diante). Na interpretação dos resultados, quando os valores de OR para determinada variável independente aumentarem ou diminuirão na comparação entre as categorias, de forma linear (crescente ou decrescente), e quando o p-valor para essa associação for inferior a 0,05, essa variável poderá ser considerada significativamente explicativa para a variável resposta.

Em todas as análises feitas pelo modelo estereótipo, foi aplicado o teste de Wald, um teste de qualidade que verifica se o modelo se adequa ao tipo de dados, evitando que se tire conclusões baseadas em um modelo que sequer se ajustou a eles.

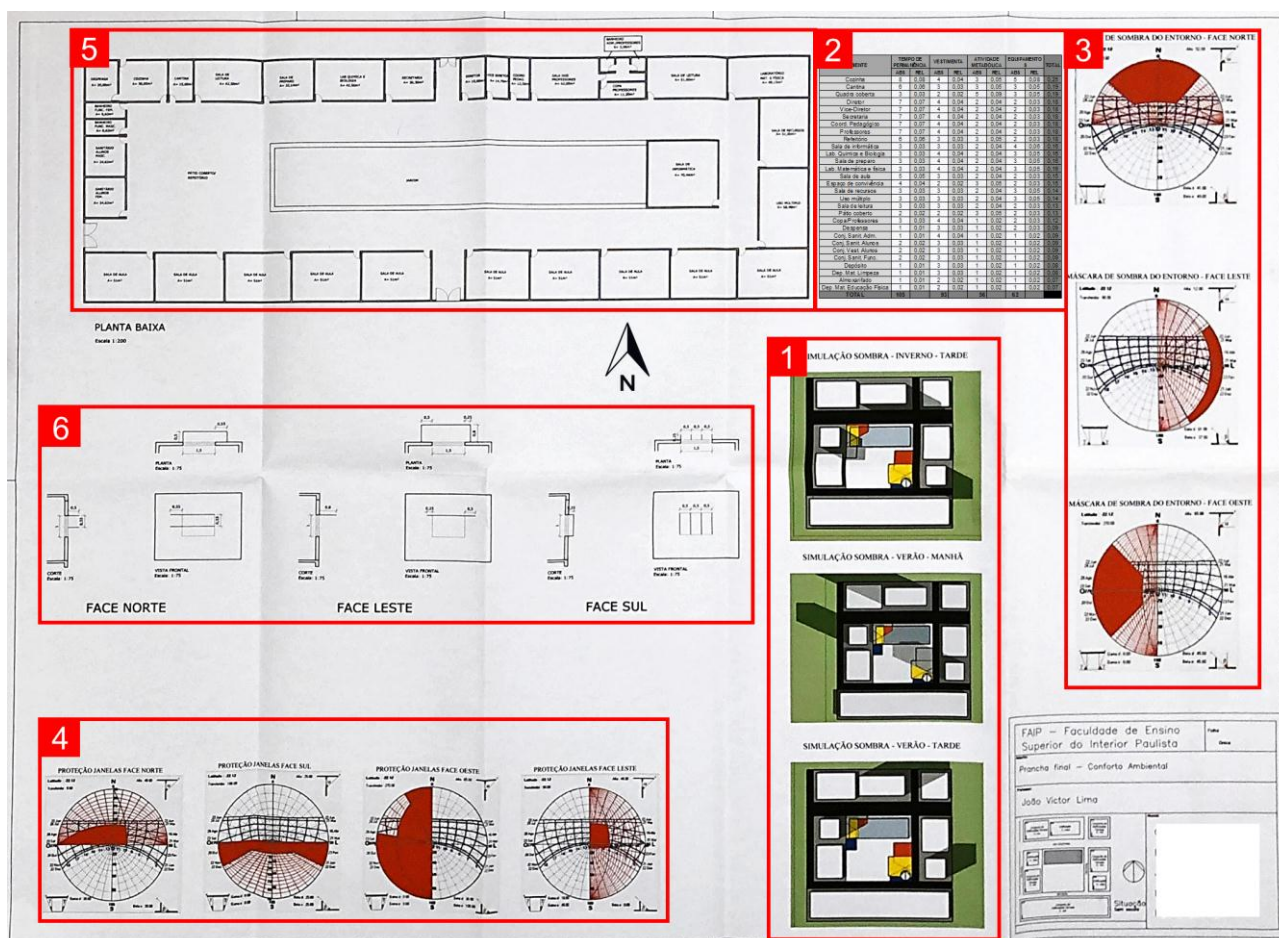
3.3.1 Regressão linear múltipla

Para relacionar a variável “notas somativas” com as demais em estudo, foram utilizados modelos de regressão linear múltipla. Esse tipo de análise estatística é usada quando a variável resposta (dependente) é contínua, apresentando normalidade dos dados. Para verificar se os dados da variável resposta seguem distribuição de probabilidade normal, foi aplicado o teste de Kolmogorov, anteriormente às análises de regressão linear. Após verificada a normalidade, a regressão linear múltipla foi aplicada por meio do método *Stepwise*, que verifica,

dentre as combinações de variáveis explicativas (independentes), qual combinação resulta em um melhor ajuste de correlação com a variável resposta. Como resultado, se obtém, para cada categoria de variáveis independentes, quais delas mais se relacionam com a variável resposta, possuindo significância estatística (p-valor inferior a 0,05), e qual o sentido (positivo ou negativo) e coeficiente dessa relação (KUTNER et al., 2005).

▪ GRUPO 2 - pontuação: 7,0 (Apêndice D): posição não muito favorável da implantação no terreno, com incidência de sombreamento durante a manhã nos meses próximos ao inverno (Figura 21-1); entregaram, separadamente, a tabulação bioclimática do programa de necessidades feita de forma correta (Figura 21-2); máscaras de sombra do entorno coerentes, mas incompletas (Figura 21-3); máscaras de sombra para as proteções solares bem desenvolvidas (Figura 21-4); não integraram as máscaras do entorno com as máscaras das proteções solares; arranjo bioclimático muito bem desenvolvido (Figura 21-5), entretanto, o projeto não apresentou preocupação com a setorização funcional dos ambientes, de modo que os setores se misturam e os fluxos se conturbam; ótimo planejamento das proteções solares, mas sem a representação de suas inserções em planta baixa (Figura 21-6); não projetaram a quadra; implantação retangular (com pátio interno), com baixo nível de abstração.

FIGURA 21 – Registro fotográfico do projeto apresentado pelo Grupo 2.

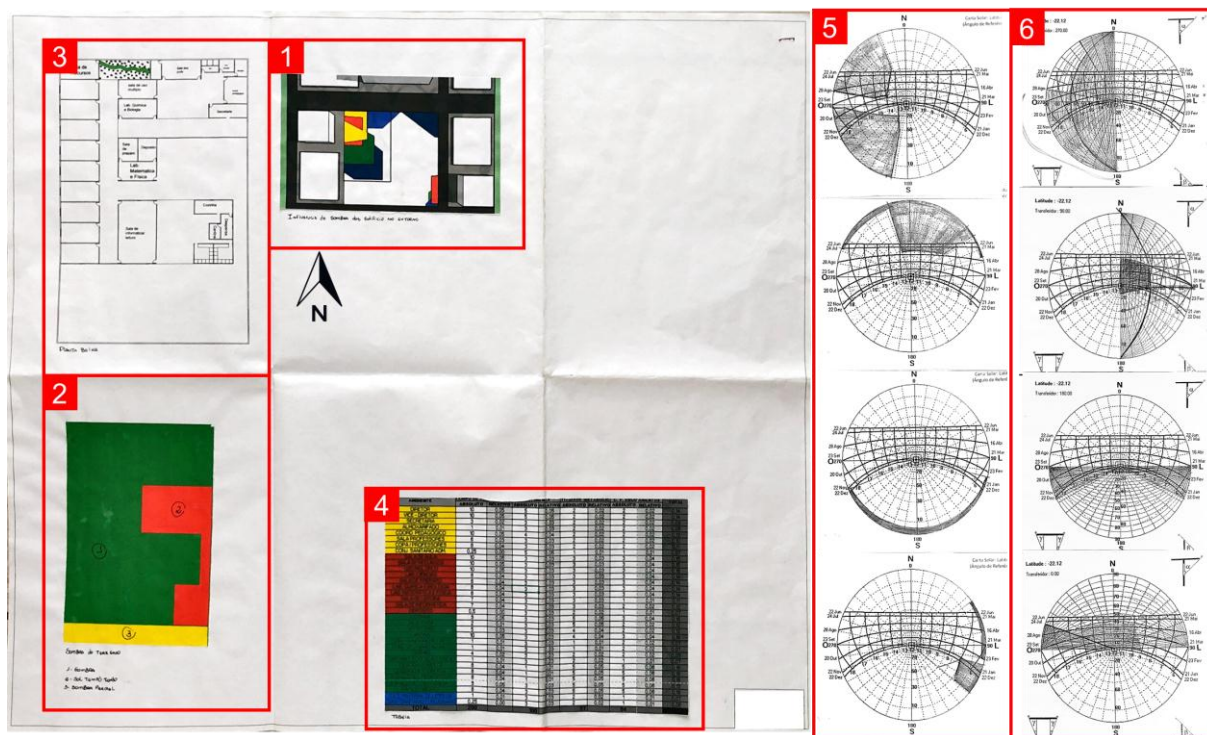


Fonte: Do autor, 2019.

[illegible]

▪ GRUPO 4 - pontuação: 2,5 (Apêndice F): apresentaram o estudo coerente de sombreamento para a definição da implantação (Figura 23-1), com a elaboração de um mapeamento térmico para auxiliar nas etapas seguintes (Figura 23-2), mas na definição da implantação não consideraram a necessidade do recuo lateral (Figura 23-3); apresentaram a tabulação bioclimática do programa de necessidades sem o ordenamento dos ambientes, apenas considerando sua setorização funcional (Figura 23-4); entregaram, separadamente, os estudos de máscaras de sombra feitos de maneira isolada, tanto para as barreiras do entorno edificado (Figura 23-5), quanto para as proteções solares (Figura 23-6). Apesar de não integrados, esses estudos estão bastante coerentes, com exceção de pequenas inadequações nas máscaras do entorno. Evidencia-se que esses estudos foram realizados à mão, pela única integrante do grupo que participou efetivamente, e com frequência, das atividades em sala de aula (aluna 19), sendo a única a alcançar um bom desempenho na Avaliação Bimestral; no mais, o projeto ficou incompleto, sem definição final do posicionamento dos ambientes, e sem estudo das proteções solares, não apresentando domínio da síntese arquitetônica, mas apenas dos processos de forma fragmentada.

FIGURA 23 – Registro fotográfico do projeto apresentado pelo Grupo 4.



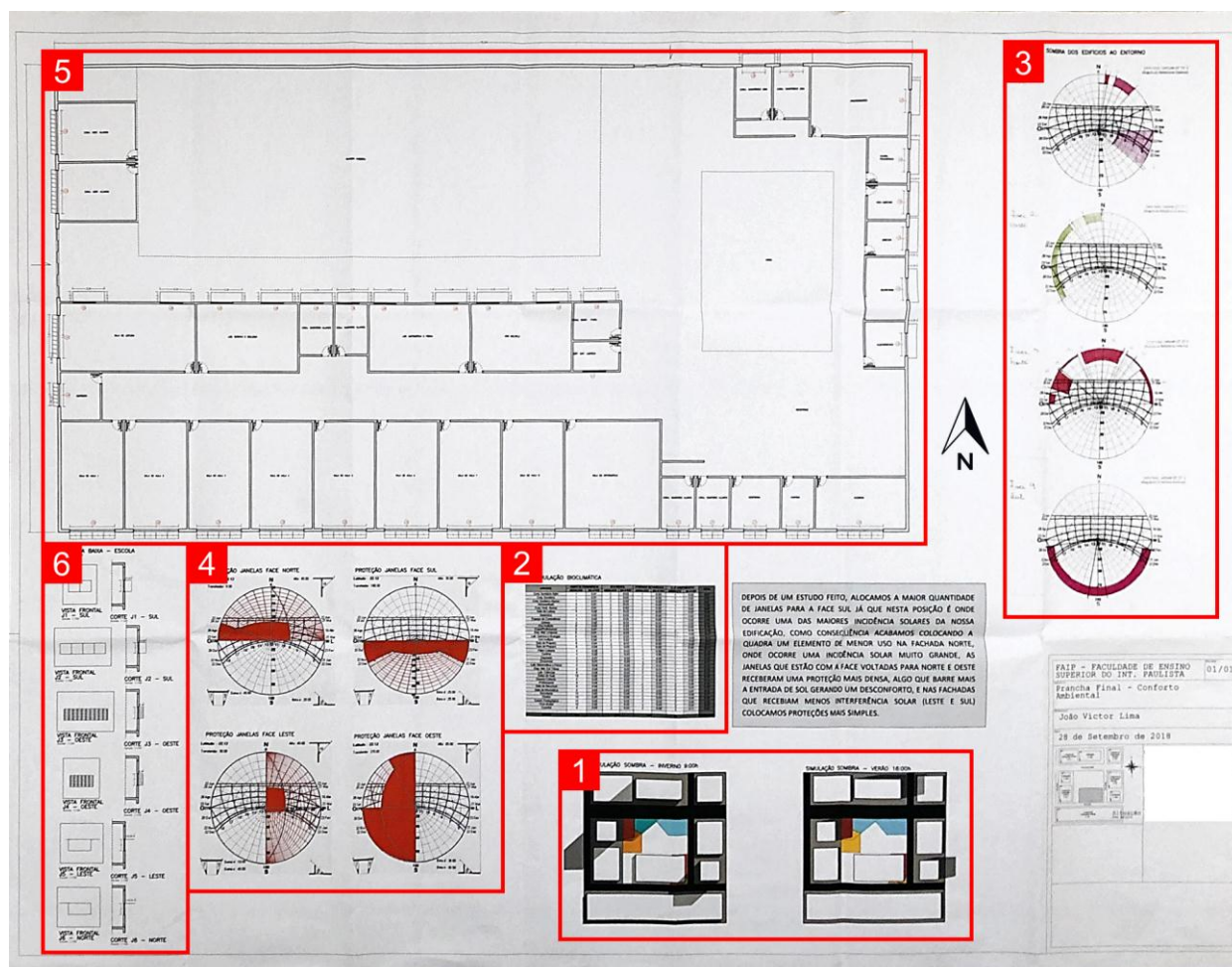
Fonte: Do autor, 2019.

▪ GRUPO 5 - pontuação: 2,5 (Apêndice G): apresentaram a tabulação dos estudos do Diagrama de Givoni realizados coletivamente no início da disciplina (Figura

▪ GRUPO 6 - pontuação: 8,0 (Apêndice H): bom posicionamento da implantação no terreno, se preocupando em evitar as sombras matutinas nos meses próximos ao inverno (Figura 25-1), entretanto, com um distanciamento demasiado entre o acesso principal e o limite frontal do terreno; apresentaram corretamente a tabulação bioclimática do programa de necessidades (Figura 25-2); máscaras de sombra do entorno bem desenvolvidas, mas simplificadas (Figura 25-3); máscaras de sombra para as proteções solares muito bem desenvolvidas (Figura 25-4); não integraram as máscaras do entorno com as máscaras das proteções solares; arranjo bioclimático bem desenvolvido (Figura 25-5), apesar da pouca exploração do potencial da fachada norte; setorização funcional e acústica muito bem trabalhada, sendo possível identificar esforços para afastar as salas de aula das maiores fontes de ruído. Entretanto, o formato das salas não ficou adequado em relação à disposição das janelas (iluminação natural prejudicada); ótima seleção e planejamento das proteções solares para os ambientes que as necessitavam - detalhamento impecável - (Figura 25-6), estando o único problema na definição de proteções solares para ambientes que não as necessitam (como banheiros), e o fato de as terem considerado isoladamente, e não como possibilidade de expressão volumétrica; implantação menos contida, com formato em “L”, porém ainda com baixo nível de abstração.

De uma maneira geral, este foi o projeto que apresentou a maior capacidade de síntese entre os requisitos bioclimáticos e os demais requisitos funcionais, obtendo a maior pontuação. Entretanto, é preciso evidenciar seus problemas de lógica projetual referentes a aspectos não avaliados, como a ventilação natural (por consistir em um conteúdo ainda não abordado no bimestre de referência), ou aspectos com baixo peso de avaliação em comparação aos bioclimáticos, por serem considerados apenas nos critérios “arranjo funcional” e “síntese arquitetônica final”, tais como a disposição do leiaute dos ambientes, não trabalhada em nenhum projeto devido à limitação de tempo, e composição volumétrica, explorada apenas pelos projetos com pouca ou nenhuma preocupação com os critérios bioclimáticos. Assim, evidencia-se que a presente avaliação é referente apenas aos objetivos pré-estabelecidos, mas não define a qualidade dos projetos em aspectos gerais.

FIGURA 25 – Registro fotográfico do projeto apresentado pelo Grupo 6.

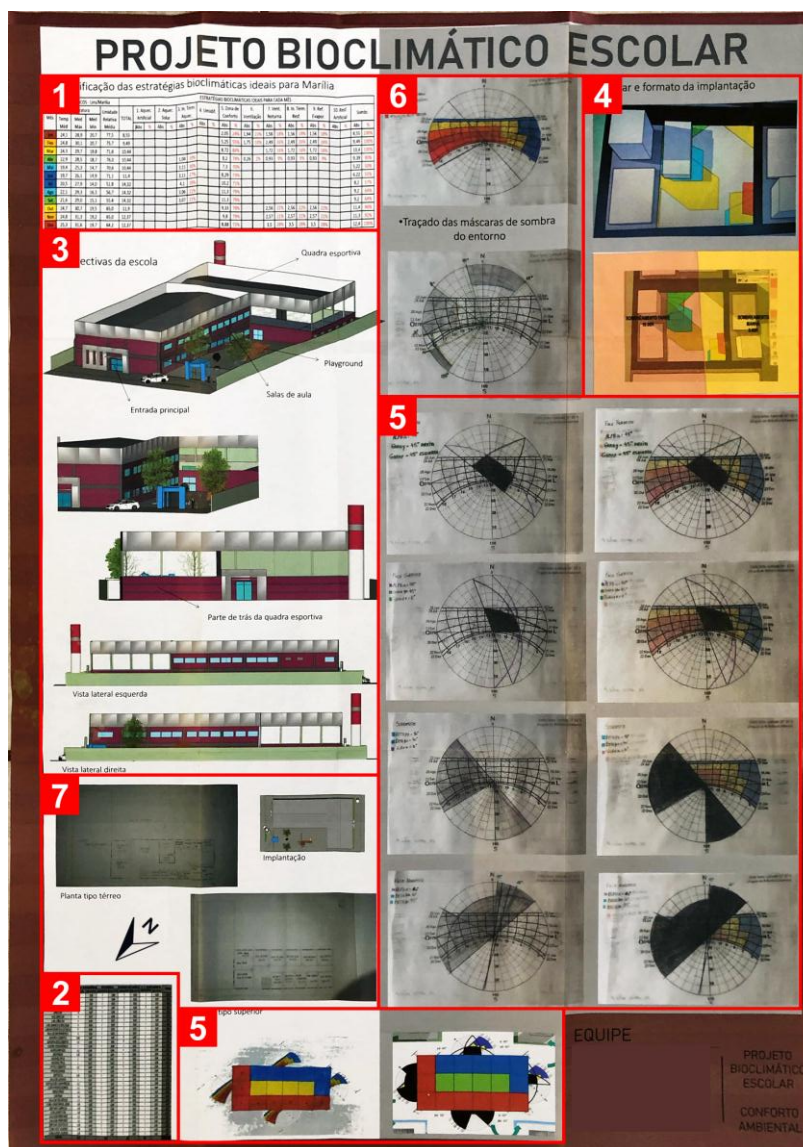


Fonte: Do autor, 2019.

▪ GRUPO 7 - pontuação: 2,0 (Apêndice I): apresentaram a tabulação dos estudos do Diagrama de Givoni realizados coletivamente no início da disciplina (Figura 26-1); apresentaram corretamente a tabulação bioclimática do programa de necessidades (Figura 26-2); desenvolveram uma implantação mais articulada (Figura 26-3), entretanto, os estudos de implantação (Figura 26-4) não condizem com a volumetria apresentada e com as máscaras de sombra para as proteções solares; foi o único grupo a fazer os estudos de máscaras de sombra para as faces nordeste, sudoeste e noroeste, sem a face sudeste (Figura 26-5), apesar de também terem trabalhado com as faces norte, sul, leste e oeste no período da atividade colaborativa; apresentaram uma tentativa de estudo de máscaras de sombra para o entorno edificado, mas para um ponto central do terreno, e não para cada face do formato de implantação proposto (26-6); projeto ilegível, não sendo possível avaliar o arranjo funcional-bioclimático (Figura 26-7); não realizaram os estudos para as proteções

solares; não apresentaram qualquer domínio da síntese arquitetônica no contexto do conforto ambiental.

FIGURA 26 – Registro fotográfico do projeto apresentado pelo Grupo 7.



Fonte: Do autor, 2019.

O Quadro 4 apresenta uma síntese da avaliação dos projetos entregues. Os critérios preenchidos como “NA” representam aqueles que não foram avaliados, por não terem sido apresentados, ou apresentados de forma ilegível. Como resultado, dos 7 grupos, apenas 3 apresentaram um desempenho considerado satisfatório (pontuação acima de 7,0).

O gráfico da Figura 27 apresenta a relação das médias de alcance dos critérios avaliados nos projetos. Dentre os critérios mais negligenciados ou pior desenvolvidos pelos grupos estão, em ordem crescente: integração das máscaras de sombra (9% de êxito), síntese arquitetônica final (23% de êxito), arranjo funcional

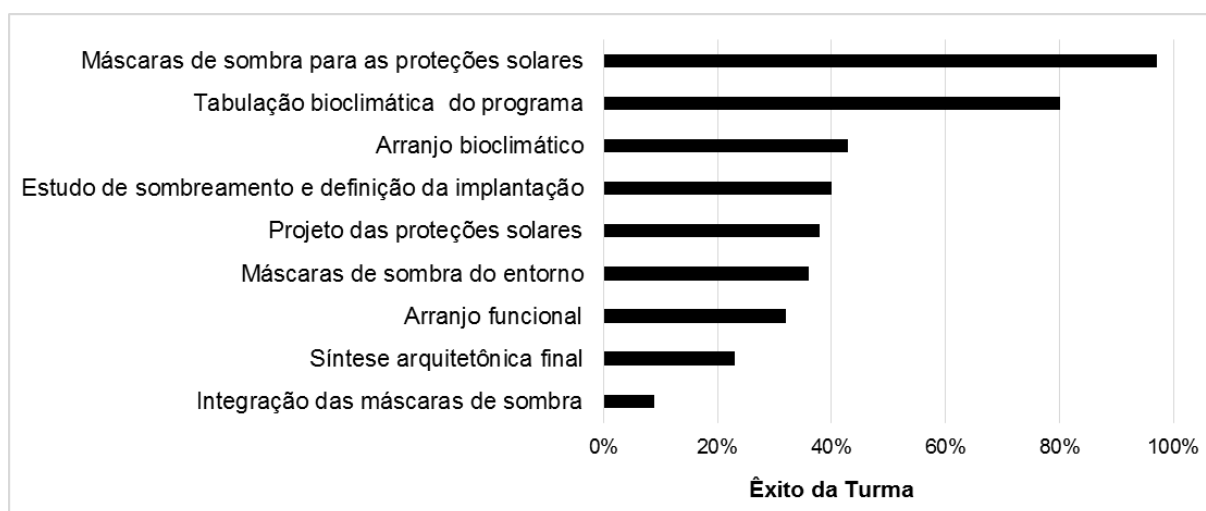
(32% de êxito), máscaras de sombra do entorno edificado (36% de êxito) e projeto das proteções solares (38% de êxito). Por outro lado, os critérios mais bem desenvolvidos foram, em ordem decrescente: máscaras de sombra para as proteções solares (97% de êxito), tabulação bioclimática do programa de necessidades (80% de êxito), arranjo bioclimático (43% de êxito) e estudo de sombreamento do entorno e definição do formato de implantação (40% de êxito).

QUADRO 4 – Síntese da avaliação dos projetos entregues.

CRITÉRIO	GRUPO							
	PESO	1	2	3	4	5	6	7
Estudo de sombreamento do entorno e definição do formato de implantação	1,0	0,3	0,5	1,0	0,3	NA	0,7	0,0
Tabulação bioclimática do programa	1,0	0,3	1,0	1,0	0,3	1,0	1,0	1,0
Máscaras de sombra do entorno	1,0	0,3	0,5	NA	0,9	NA	0,6	0,2
Máscaras de sombra para as proteções solares	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8
Integração das máscaras de sombra	0,5	0,3	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Arranjo bioclimático	1,5	NA	1,5	1,5	NA	NA	1,5	NA
Arranjo funcional	1,5	NA	0,8	1,3	NA	NA	1,3	NA
Projeto das proteções solares	1,5	0,3	1,2	0,7	NA	0,5	1,3	NA
Síntese arquitetônica final	1,0	NA	0,5	0,5	NA	NA	0,6	NA
PONTUAÇÃO FINAL		2,5	7,0	7,0	2,5	2,5	8,0	2,0

Fonte: Do autor, 2019.

FIGURA 27 – Gráfico: médias de alcance dos critérios avaliados nos projetos.



Fonte: Do autor, 2019.

Todos os grupos apresentaram altos desempenhos nos estudos de máscaras de sombra para as proteções solares, individualmente. Isso pode indicar que o método cooperativo de aprendizagem *Jigsaw Technique* foi bem sucedido, mesmo não possuindo uma relação exata entre quantidade de integrantes por grupos base e quantidade de grupos especialistas. Entretanto, considerando a negligência coletiva na integração dessas máscaras com as máscaras do entorno, é possível que os

alunos tenham se apoiado nos resultados dos estudos cooperativos, ao não adaptá-los às suas realidades de projeto. É necessário dar a devida ênfase ao processo de integração das máscaras, em associação ao decorrente mapeamento térmico do formato de implantação, dedicando uma carga horária suficiente para isso (aproximadamente 3 horas/aula).

No mesmo sentido, é possível observar que, apesar de a maioria dos grupos demonstrar preocupação com o estudo do sombreamento proporcionado pelo entorno edificado na síntese do formato e posição da implantação (por meio do SketchUp), a minoria utilizou corretamente a técnica de máscaras de sombra para o entorno edificado como parte do processo metodológico para as tomadas de decisão. Isso demonstra uma maior dificuldade dos alunos para com essa atividade, provavelmente resultado do elevado nível de abstração exigido por ela, e do pouco tempo destinado para a sua aplicação em sala de aula (apenas 1,5 hora/aula). Evidencia-se, então, a necessidade de se dedicar mais tempo (ao menos 3 horas/aula) para essa atividade no planejamento de aplicações futuras. É importante ressaltar também que as máscaras do entorno mais bem desenvolvidas foram feitas à mão, com o uso das cartas solares impressas. Apesar de facilitar bastante o processo de identificação dos ângulos solares, o Sol-Ar apresenta uma limitação de ângulos por vez, o que dificulta e/ou torna impreciso o estudo de máscaras de sombra para entornos mais complexos, com várias edificações. Por outro lado, o SunTool, apesar de um facilitador em potencial, não foi utilizado por nenhum grupo para esse fim, provavelmente devido às suas complexidades de modelagem.

Quanto ao projeto de proteções solares, os grupos que apresentaram os estudos pelo SunTool demonstraram pouco ou nenhum domínio sobre os conceitos e procedimentos apontados por Bittencourt (2004), o que pode indicar que a ferramenta foi utilizada como “muleta” para aqueles alunos que não dominaram o conteúdo, ao invés de ferramenta para o auxílio da aprendizagem e/ou para facilitar a compreensão da relação física-estereográfica das proteções solares. Entretanto, é importante evidenciar que a ferramenta foi apresentada aos alunos apenas em sala de aula, não sendo integrada como material didático no desenvolvimento das videoaulas, o que pode ter dificultado a familiaridade dos alunos com a mesma. No mesmo sentido, os dois grupos que apresentaram corretamente os detalhes para as proteções solares utilizaram como ferramentas as cartas solares impressas e o Analysis Sol-Ar, instrumento bastante utilizado no desenvolvimento das videoaulas.

Os 3 projetos com plantas legíveis se enquadraram em uma boa relação entre padrões de ocupação dos ambientes e posicionamento no formato de implantação com referência na geometria solar. Entretanto, o arranjo funcional foi bem desenvolvido por apenas um deles, o que demonstra a dificuldade em se preocupar simultaneamente com os requisitos bioclimáticos e os demais requisitos funcionais de projeto, sugerindo a necessidade de maiores reflexões sobre o projeto, avaliando-o e justificando-o durante o processo, e não apenas quando terminado.

Da mesma forma, os melhores projetos, no quesito bioclimático, apresentaram baixos níveis de desenvolvimento volumétrico, com implantações retangulares ou quadradas e proteções inseridas individualmente nas aberturas, e não como expressão volumétrica. Essa lacuna na síntese arquitetônica pode ser resultado de uma preocupação dos alunos em não tornar os processos ainda mais complexos do que já são. É preciso, no entanto, identificar uma estratégia de estímulo para a síntese de projetos menos contidos e mais articulados, talvez dedicando um período da disciplina para análises de projetos correlatos com bom desempenho bioclimático, que tenham alcançado, ao mesmo tempo, bom desempenho funcional e altos níveis de abstração, estimulando assim, antes do início do processo projetual, o pensamento análogo, o qual, segundo Kowaltowski, Bianchi e Petreche (2011),

Sistematiza o processo de busca por pontos em comum entre problemas, conhecidos e desconhecidos [...] envolve a transferência de conhecimento de uma situação familiar (fonte) para uma situação a ser elucidada (alvo) [...]. A criação de fontes análogas recorre a representações visuais, como imagens mentais e diagramas, especialmente nos primeiros estágios do projeto, porque ajudam o projetista a identificar e estabelecer analogias aplicáveis, e sua base é o repertório de experiência em projetos. (KOWALTOWSKI; BIANCHI; PETRECHE, 2011, p.47)

4.2 Avaliação da Aprendizagem: Notas Somativas e Níveis Cognitivos pela Taxonomia de Bloom

Após as correções das Avaliações Bimestrais e dos projetos entregues pelos alunos, os dados foram tabulados conforme o Quadro 5, já ordenados de forma a facilitar a avaliação qualitativa pela Taxonomia de Bloom. As questões 1, 2, 3, 4 e 5 foram avaliadas como certas ou erradas de forma binária, considerando seu caráter objetivo, enquanto as questões 6, 7 e 8 (assim como os projetos) foram avaliadas por porcentagem de acertos dos alunos, considerando seu caráter dissertativo e criativo.

QUADRO 5 – Dados de desempenho dos alunos no 1º bimestre da disciplina.

ALUNO	DIMENSÃO PROCESSO COGNITIVO DIMENSÃO CONHECIMENTO AVALIAÇÃO								
	Entender	Aplicar		Analisar		Avaliar	Criar		Criar
	Conceitual	Procedural		Conceitual Procedural		Procedural	Procedural		Metacognitivo
	Questão 3	Questão 1	Questão 2	Questão 5	Questão 4	Questão 6	Questão 7	Questão 8	Projeto
1	C	C	C	X	C	X	-	40%	2,5
2	C	C	C	C	C	-	-	40%	
3	X	C	C	X	X	-	-	60%	
4	C	C	C	X	C	20%	60%	60%	
5	C	C	C	X	C	20%	25%	50%	
6	C	C	C	X	C	90%	80%	90%	7
7	C	C	C	X	C	80%	90%	50%	
8	C	C	C	X	C	100%	100%	100%	
9	C	C	C	C	C	70%	90%	100%	
10	C	X	C	C	C	-	-	-	
11	C	C	C	X	C	100%	100%	95%	7
12	C	X	C	C	C	100%	80%	70%	
13	C	C	C	C	C	70%	95%	25%	
14	C	C	C	C	C	90%	95%	80%	
15	C	C	C	C	C	25%	60%	35%	
16	C	C	C	C	C	80%	-	35%	2,5
17	C	X	C	C	C	X	-	10%	
18	C	C	C	C	C	20%	-	30%	
19	C	C	C	C	C	100%	50%	60%	
20	C	X	C	C	C	10%	25%	50%	
21	C	C	C	C	C	100%	100%	100%	2,5
22	C	C	C	C	C	100%	95%	90%	
23	C	C	C	C	C	100%	95%	100%	
24	C	X	C	C	C	80%	66%	50%	
25	C	X	C	X	C	40%	60%	40%	
26	X	X	C	X	C	70%	40%	30%	8
27	C	C	C	C	C	70%	80%	66%	
28	C	C	C	C	C	100%	100%	90%	
29	C	C	C	C	C	100%	100%	100%	
30	C	C	C	C	C	100%	100%	90%	
31	C	C	C	C	C	100%	70%	90%	2
32	C	C	C	C	C	X	-	40%	
33	C	C	C	X	C	25%	X	25%	
34	X	C	C	C	C	-	-	33%	
35	X	C	C	C	C	X	-	60%	

Fonte: Do autor, 2019.

QUADRO 6– Resultados de aprendizagem pelas notas somativas.

GRUPO	1					2					3					4				
ALUNO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
NOTA SOMATIVA	4,6	6,3	3,0	6,6	4,5	8,8	7,6	9,4	8,9	4,9	8,7	6,7	7,9	8,6	7,2	5,8	3,8	5,4	8,0	6,0
GRUPO	5					6					7									
ALUNO	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35					
NOTA SOMATIVA	9,2	9,0	8,7	7,4	5,0	4,9	7,4	9,7	10,0	9,8	8,0	5,3	4,7	4,0	5,0					

Fonte: Do autor, 2019.

O Quadro 6 apresenta a relação de notas somativas (avaliação quantitativa), baseadas nos desempenhos dos alunos de forma indiscriminada, conforme os pesos já explicitados no tópico 3.2.2.

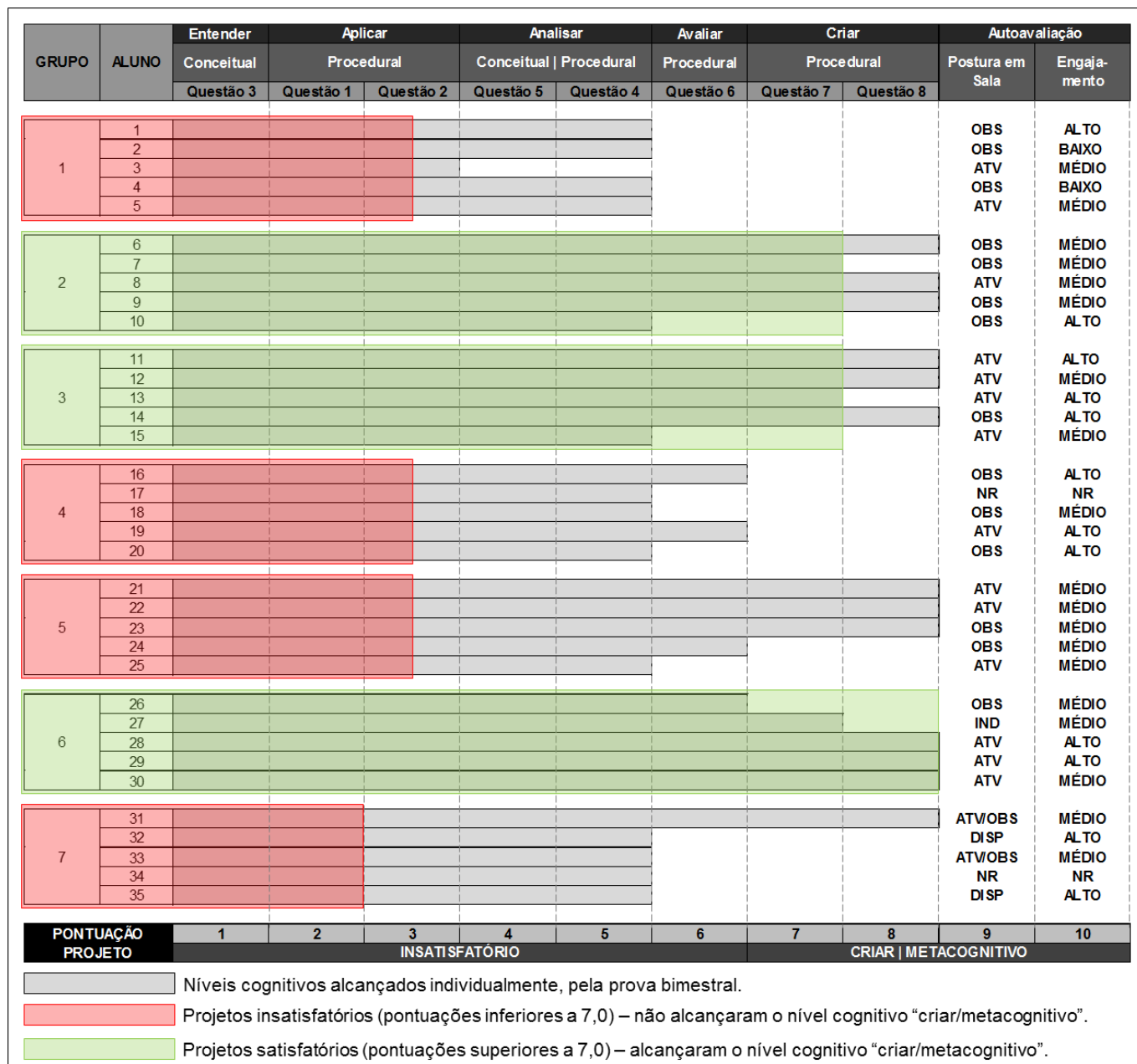
Já na avaliação qualitativa, por meio da Taxonomia de Bloom, cada aluno foi categorizado de acordo com o nível cognitivo alcançado por ele. Nesse caso, foram considerados satisfatórios apenas os valores superiores a 70%. Mesmo que o aluno tenha errado alguma das questões de nível cognitivo inferior, foi considerado, para categorizá-lo, o nível cognitivo máximo alcançado por ele (isso não inclui a avaliação do projeto, que foi elaborado em grupo). Como resultado, foi elaborado o gráfico da Figura 28, que sintetiza os níveis cognitivos atingidos nas avaliações e nos projetos, assim como algumas informações de autoavaliação coletadas dos questionários aplicados aos alunos (engajamento no grupo e postura nas atividades em sala de aula).

Nesse gráfico, é possível perceber que ao menos 80% dos alunos integrantes dos grupos que alcançaram o nível cognitivo “criar–metacognitivo” também alcançaram, individualmente, o nível “criar–procedural”, e desses, aproximadamente 60% se autodeclararam ativos durante as atividades propostas em sala de aula. Nos mesmos grupos, dos alunos que atingiram os menores níveis cognitivos (“analisar–procedural” e “avaliar–procedural”), uma delas (aluna 15) se autodeclarou ativa, e dois se autodeclararam observadores. Isso comprova o quanto a participação ativa nas atividades em sala de aula e associadas à tutoria presencial do professor foram importantes para o desempenho dos alunos no resultado de aprendizagem final. Também foi possível observar que, dos grupos com projetos menos satisfatórios, quatro alunos atingiram o nível cognitivo máximo (“criar–procedural”) na avaliação individual (alunos 21, 22, 23 e 31). Esse fenômeno pode ser relacionado à quantidade de vezes em que esses alunos assistiram às videoaulas, muito maior do que os alunos que atingiram o mesmo nível cognitivo pela participação mais efetiva nas atividades projetuais. Essa questão é explicada com mais detalhes no tópico 4.3.6.

Para as análises estatísticas apresentadas nos próximos tópicos, as notas somativas foram consideradas em sua escala de 0 a 10, enquanto os níveis cognitivos foram trabalhados em uma escala de 1 a 5, considerando que esta foi a variação entre os alcances mínimos e máximos dos alunos. Assim, os valores para os níveis cognitivos são: 1 – Aplicar-procedural (menor nível cognitivo alcançado); 2 – Analisar-

conceitual/procedural; 3 – Avaliar-procedural; 4 – Criar-procedural; 5 – Criar-metacognitivo (maior nível cognitivo alcançado).

FIGURA 28 – Gráfico: níveis cognitivos atingidos pelos alunos.



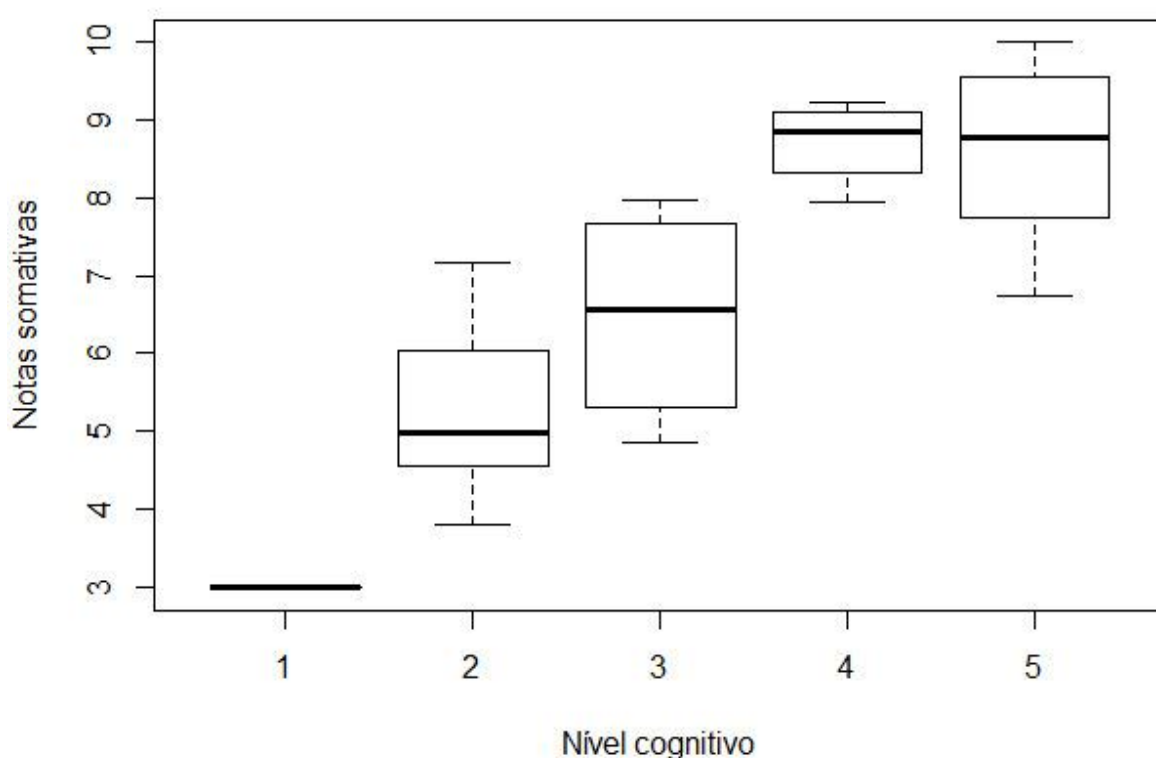
Fonte: Do autor, 2019.

4.3 Contribuição das Variáveis Independentes para os Resultados de Aprendizagem

Neste tópico serão apresentadas as discussões que relacionam as variáveis independentes entre si, e com as variáveis dependentes (resultados de aprendizagem).

Nas análises de regressão, de uma maneira geral, foi possível observar maior aderência das variáveis independentes às notas somativas como variável resposta, do que aos níveis cognitivos pela Taxonomia de Bloom. Isso se deve ao fato de os níveis cognitivos assumirem menor variabilidade entre as pontuações do que as notas somativas, de modo que uma considerável escala de notas se distribui em um único nível cognitivo (Figura 29).

FIGURA 29 – Gráfico: distribuição das notas somativas segundo os grupos de nível cognitivo.



Fonte: Do autor, 2019.

Paralelamente, a regressão logística ordinal, utilizada para a correlação com os níveis cognitivos, só pôde considerar como significativamente explicativas, nesse caso em específico, as variáveis independentes que causaram uma variação de 1 ponto na variável dependente (variação para alteração entre as categorias),

diferentemente da regressão linear múltipla, utilizada para a correlação com as notas somativas, que se adere ao caráter contínuo da variável. Apesar disso, é visível a equivalência, mesmo com distribuição variável, entre os níveis cognitivos e as notas somativas, o que não invalida sua utilização como resultado de aprendizagem para a identificação das variáveis independentes significativamente explicativas.

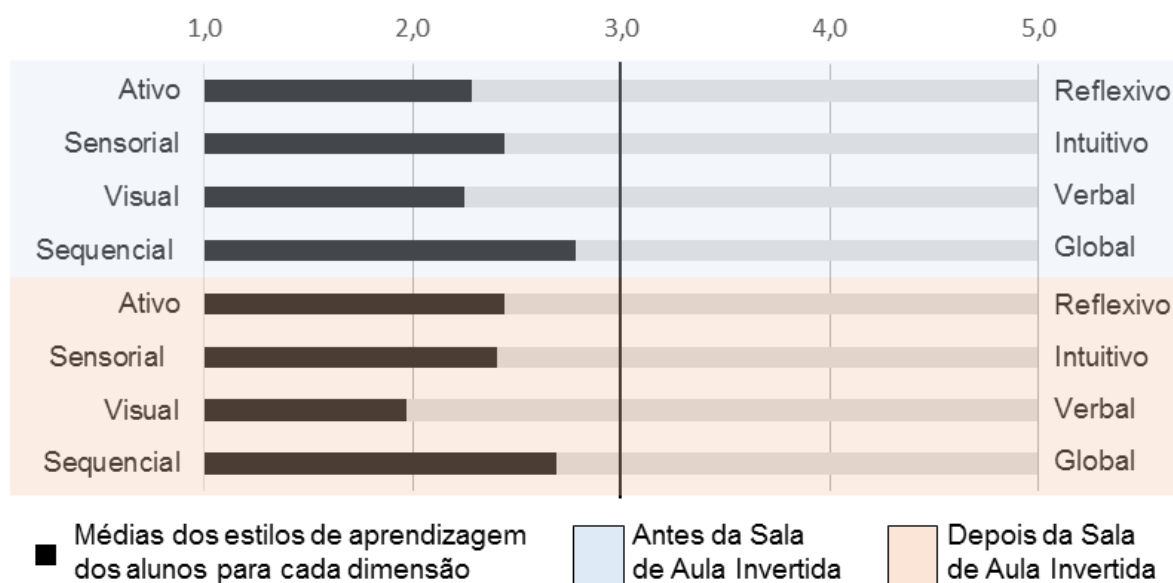
Os resultados para cada categoria de variáveis independentes seguem descritos a seguir.

4.3.1 Estilos de Aprendizagem

Os estilos de aprendizagem foram tabulados em uma escala de 1 a 5, em cada dimensão. Assim, alunos muito inclinados para o estilo ativo, por exemplo, recebiam pontuação 1, enquanto alunos muito inclinados para o estilo reflexivo recebiam pontuação 5. Alunos pouco inclinados para cada estilo recebiam pontuação 2 ou 4, e alunos em equilíbrio com os dois estilos recebiam pontuação 3.

Ao realizar uma análise descritiva por meio das médias dos estilos de aprendizagem identificados nos alunos, antes e depois da aplicação da Sala de Aula Invertida (Figura 30), é possível perceber que, em ambos os casos, há maior inclinação para os estilos ativo, sensorial, visual e sequencial, em detrimento dos estilos reflexivo, intuitivo, verbal e global. Essa análise permite caracterizar a turma como: alunos experimentalistas, que aprendem mais facilmente aplicando a informação em alguma situação ou problema, e possuem facilidade em trabalhar em grupo (ativos); alunos que gostam de trabalhar com fatos, dados, experimentação e métodos bem definidos (sensoriais); alunos que aprendem melhor por meio de imagens, esquemas e demonstrações (visuais); e alunos que seguem um raciocínio linear, parcial e fragmentado no processo de aprendizagem, preferindo conteúdos em ordem progressiva de complexidade (sequenciais). Confrontando com a hipótese inicial levantada neste trabalho, conclui-se que esses estilos de aprendizagem se aderem facilmente à estratégia metodológica proposta para a disciplina de conforto. Entretanto, alguns resultados de aprendizagem negativos contrariam esse precedente, algo a ser discutido nos próximos parágrafos.

FIGURA 30 – Gráfico: médias dos estilos de aprendizagem dos alunos para cada dimensão, antes e depois da Sala de Aula Invertida.



Fonte: Do autor, 2019.

Em paralelo, foi possível observar uma leve variação entre os estilos de aprendizagem da turma antes e após a aplicação do método:

- Na dimensão ativo/reflexivo, houve uma pequena variação de 2,3 para 2,4 na média dos alunos, o que indica um leve aumento na preferência pelo estilo reflexivo, provavelmente causada pela estranheza em deixarem de receber aulas expositivas pela primeira vez.

- A dimensão sensorial/intuitivo não apresentou nenhuma variação (2,4 antes e após o método), provavelmente por representar uma preferência por certos tipos de conteúdo e abordagens, e não por métodos de ensino/aprendizagem.

- A dimensão que apresentou variação mais significativa foi a visual/verbal, de modo que após a aplicação do método os alunos se descobriram mais visuais do que antes (média de 2,3 antes e 2,0 depois). Isso sugere que a utilização de estímulos visuais, por meio das videoaulas e das atividades práticas bastante gráficas, pode ter desencadeado uma preferência maior por esse modo de aprendizagem, o que indica uma boa aceitação, por parte dos alunos.

- Na dimensão sequencial/global, houve uma pequena variação de 2,8 para 2,7 na média dos alunos, o que indica um leve aumento na preferência pelo estilo sequencial, bastante utilizado nas atividades práticas propostas em sala de aula, que além de consistir em etapas com gradação de complexidade, exigia a compreensão dos conteúdos também por etapas.

Partindo para as análises de regressão, foram correlacionadas as variáveis referentes aos estilos de aprendizagem antes da aplicação da Sala de Aula Invertida, com o objetivo de identificar alguma predição, por parte delas.

Após verificar que as variáveis independentes (explicativas) não tiveram alta correlação entre si (Quadro 7), o que sugere a ausência de multicolinearidade, todas foram testadas simultaneamente no modelo de regressão logística ordinal com os níveis cognitivos pela Taxonomia de Bloom.

QUADRO 7 – Matriz de correlação de Kendall para as variáveis referentes aos estilos de aprendizagem.

Variável	Nível cognitivo	Ativo/ Reflexivo	Sensorial/ Intuitivo	Visual/ Verbal	Sequencial/ Global
Nível cognitivo	1	0,020	0,316	0,136	-0,086
Ativo/ Reflexivo	0,020	1	-0,036	0,344	-0,008
Sensorial/ Intuitivo	0,316	-0,036	1	-0,047	0,422
Visual/ Verbal	0,136	0,344	-0,047	1	0,121
Sequencial/ Global	-0,086	-0,008	0,422	0,121	1

Fonte: Do autor, 2019.

Segundo o teste Qui-Quadrado (Quadro 8), foi possível identificar que nenhuma das variáveis referentes aos estilos de aprendizagem foram consideradas relacionadas com o nível cognitivo ($p\text{-valor} > 0,05$).

QUADRO 8 – P-valor para o teste Qui-Quadrado, relacionando as variáveis referentes aos estilos de aprendizagem com o nível cognitivo.

Variável	Ativo/ Reflexivo	Sensorial/ Intuitivo	Visual/ Verbal	Sequencial/ Global
p-valor Qui-Quadrado	0,172	0,794	0,738	0,930

Fonte: Do autor, 2019.

Ainda assim, para tirar qualquer dúvida, foi ajustado o modelo estereótipo para os dados, relacionando o nível cognitivo com as variáveis “Sensorial/ Intuitivo” e “Visual/Verbal”, uma vez que estas foram as que apresentaram maior coeficiente de correlação com a variável resposta (Quadro 7). O Quadro 9 confirma o que foi obtido pelo teste qui-quadrado: que nenhuma dessas variáveis estão, de fato, correlacionadas com o nível cognitivo. Segundo os valores das OR (Odds Ratio), não

chega a haver alteração linear significativa nas variáveis avaliadas, de um nível cognitivo para outro, o que justifica o fato de o teste não considerar significativas as mudanças dentro dessas variáveis para o nível cognitivo.

QUADRO 9 – OR para as variáveis de estilos de aprendizagem em relação ao nível cognitivo, obtidas por meio do modelo estereótipo.

Variável	Nível cognitivo				p-valor
	1 versus 5	2 versus 5	3 versus 5	4 versus 5	
Sensorial/ Intuitivo	0,7335	0,1393	0,3634	0,1787	0,4018
Visual/Verbal	0,8069	0,2555	0,4962	0,3035	0,4059

Fonte: Do autor, 2019.

Aplicando a regressão linear múltipla para relacionar as variáveis do estilo de aprendizagem com a nota somativa, o *stepwise* selecionou as variáveis Sensorial/Intuitivo e Sequencial/Global como as variáveis explicativas mais significativas (Quadro 10).

QUADRO 10 – Resultados do modelo de regressão linear múltipla relacionando a nota somativa com as variáveis de estilos de aprendizagem.

Termo	Coefficiente	EP do coeficiente	Valor - T	P-valor
Intercepto (constante)	7,7448	1,4702	5,268	<0,001 *
Sensorial/ Intuitivo	0,8251	0,4458	1,851	0,0756
Sequencial/ Global	-0,9899	0,5569	-1,777	0,0872
*Significativo ao nível de significância de 5%.				

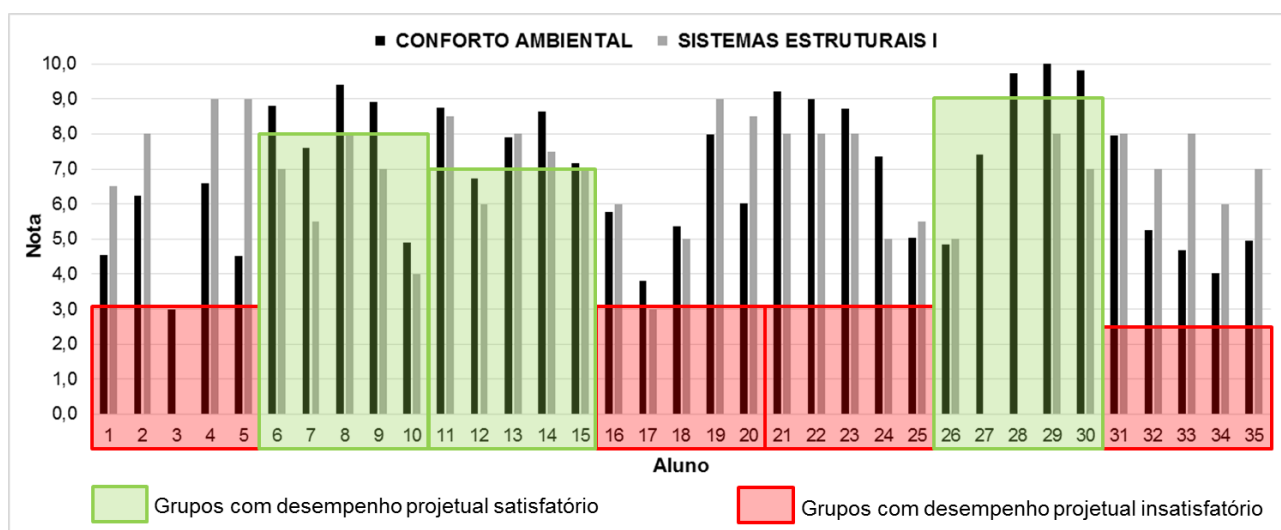
Fonte: Do autor, 2019.

Apesar de não significativas a nível de significância de 5%, as variáveis sensorial/intuitivo e sequencial/global obtiveram p-valores baixos, sendo identificadas, dentre as dimensões de estilos de aprendizagem, como aquelas mais explicativas. Dessa forma, mesmo não podendo ser consideradas estatisticamente significativas, podem ser incluídas em uma análise descritiva referente à amostra de estudo.

É possível observar, então, pelo coeficiente das variáveis explicativas, que a cada ponto atribuído à variável sequencial/global, a nota somativa diminuía quase 1 ponto. Isso demonstra uma tendência à melhor adaptação ao método por alunos mais inclinados ao estilo sequencial do que ao global, corroborando com a hipótese original.

Analisando o coeficiente para a variável sensorial/intuitivo, é possível constatar que a cada ponto atribuído à variável explicativa, a nota somativa aumentava em 0,82 ponto. Entretanto, é preciso evidenciar que apenas dois alunos se caracterizaram como intuitivos (pontuações 4 e 5). Isso indica uma tendência de que o método proposto tenha obtido mais aderência por parte de alunos equilibrados entre os dois estilos do que pelos fortemente inclinados para o estilo sensorial, contrariando a hipótese inicial. Apesar do caráter técnico e objetivo do conteúdo da disciplina, relacionado a teorias da física e da geometria solar, a estruturação da aprendizagem por meio de exercícios projetuais, e não por aulas expositivas, exigiu uma estrutura de raciocínio também intuitiva para o alcance de abstração e metacognição. Essa constatação é corroborada pela comparação das notas somativas entre as disciplinas Conforto Ambiental e Sistemas Estruturais (Figura 31). Apesar de possuírem conteúdos distintos, ambos possuem um caráter técnico e objetivo, se adaptando facilmente ao estilo de aprendizagem sensorial. Entretanto, enquanto a disciplina de Conforto foi trabalhada por meio da aplicação dos conceitos em um projeto arquitetônico, a disciplinas de Sistemas foi trabalhada normalmente, pelo método tradicional.

FIGURA 31 – Gráfico: comparação de desempenho entre as disciplinas Conforto Ambiental e Sistemas Estruturais I.



Fonte: Do autor, 2019.

É notório que, em sua grande maioria (85%), os alunos integrantes dos grupos que apresentaram bom desempenho projetual, integrando satisfatoriamente os conceitos bioclimáticos no projeto arquitetônico, atingiram notas menores na outra

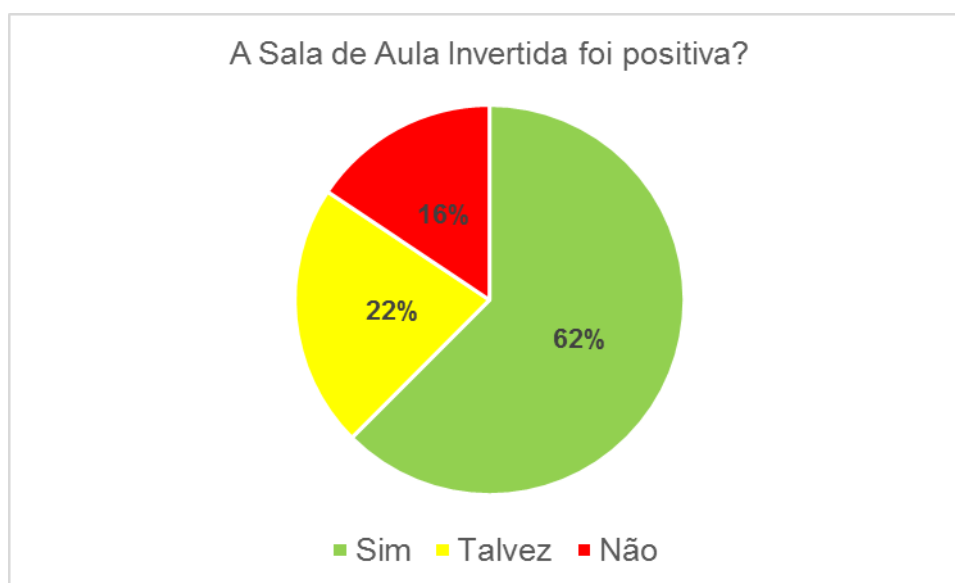
disciplina técnica, o que pode indicar que o processo projetual contribuiu para a melhor compreensão do conteúdo de caráter sensorial da disciplina de Conforto. Em paralelo, 62% dos alunos integrantes dos grupos com menor desempenho projetual atingiram notas maiores na disciplina Sistemas Estruturais I, o que indica que o seu mau desempenho na disciplina Conforto Ambiental não é decorrente apenas de uma dificuldade associada ao conteúdo técnico e de caráter sensorial, mas também à dificuldade de abstração, relacionada ao estilo intuitivo. Dentre as exceções para essa última afirmação, estão os alunos que assistiram às videoaulas por mais vezes (alunos 21 e 22), o que ameniza o fato de não terem tido bom desempenho nas atividades projetuais.

4.3.2 Avaliações da Sala de Aula Invertida

Para a avaliação da metodologia da Sala de Aula Invertida, em aspectos gerais, foi feita uma pergunta aberta, com possibilidade de resposta dissertativa, e a estruturação de afirmações com respostas que podiam variar em uma escala de 1 (discordo plenamente) a 5 (concordo plenamente).

Ao serem questionados se a Sala de Aula Invertida foi positiva, a maior parte dos alunos (62%) respondeu que sim, uma parcela menor (22%) respondeu que talvez, e a minoria (16%) respondeu que não (Figura 32). Isso demonstra uma boa aceitação à metodologia, por parte da turma. As justificativas para a boa aceitação estão, principalmente, na possibilidade de revisar o conteúdo e de controlar seu próprio ritmo de estudo, em paralelo à possibilidade de aplicar, discutir e debater esse conteúdo em sala de aula, com os colegas e com o professor. Em contrapartida, as justificativas para a não aceitação concentram-se no período inicial de estranheza e adaptação ao método, no curto tempo para o desenvolvimento das atividades em sala de aula, o que muitas vezes resultava no acúmulo de dúvidas no decorrer dos processos e, principalmente, no tempo demandado para os estudos extraclasse, muitas vezes não disponível na rotina do aluno.

FIGURA 32 – Gráfico: respostas para a pergunta “A Sala de Aula Invertida foi positiva?”



Fonte: Do autor, 2019.

Ao realizar uma análise descritiva por meio das médias de respostas para as afirmações (Figura 33), foi possível perceber que, comparativamente, a afirmação com maior concordância foi “A Sala de Aula Invertida motivou as discussões em sala” (média 4,2), o que indica que de fato as atividades propostas em sala de aula condicionaram os alunos a se comunicarem mais, compartilhando dúvidas e conhecimentos adquiridos. Essa observação pode ser constatada tanto pelos comentários dos alunos que atingiram melhores resultados de aprendizagem, quanto pelos comentários de alunos que atingiram resultados de aprendizagem inferiores: a aluna 8 (nível cognitivo criar-metacognitivo e nota somativa 9,4) relata ter aprendido muito mais com as atividades em sala de aula do que assistindo às videoaulas, enquanto o aluno 5 (nível cognitivo aplicar-procedural e nota somativa 4,5) relata que:

“Todas as atividades em aula foram eficazes para que eu conseguisse pegar o conteúdo. As atividades em grupo, com os colegas, ajudaram a tirar dúvidas [...] Em grupo e na sala eu conseguia explicar o que eu já sabia, fixando mais a matéria.”

Entretanto, apesar de alegar uma postura ativa durante as atividades, este aluno também relata não ter se preparado previamente quanto ao conteúdo dos dois

últimos módulos, referentes ao projeto de proteções solares, o que justifica seu baixo desempenho na prova e no desenvolvimento do projeto.

FIGURA 33 – Gráfico: médias das pontuações para as perguntas referentes à eficácia da Sala de Aula Invertida



Fonte: Do autor, 2019.

As demais afirmações obtiveram menor grau de concordância, por parte dos alunos, com médias semelhantes (de 3,2 a 3,5), o que indica que, para muitos, a preparação para as aulas não foi modificada como deveria, prejudicando a metodologia de ensino proposta. Paralelamente e consequentemente, a mudança de comportamento no aproveitamento do tempo durante as aulas, o aumento da compreensão e a possibilidade de aprendizado mais efetivo ficaram comprometidos, uma vez que alguns alunos não se preparavam satisfatoriamente para as exigências das atividades propostas e, assim, perdiam essas atividades por utilizar o tempo para compreender os assuntos em sala de aula.

Partindo para a regressão logística ordinal, o Quadro 11, com a matriz de correlação de Kendall para os dados referentes à Sala de Aula Invertida, mostra altas correlações entre as variáveis que representam as afirmações “Mudou o tempo gasto nas aulas”, “Proporcionou aprendizado mais efetivo” e “Aumentou a compreensão”. Com isso, para evitar problemas de multicolinearidade, tais variáveis não puderam coexistir em um modelo a ser ajustado. De qualquer modo, estas apresentam baixas correlações com a variável dependente (nível cognitivo). No entanto, pode ser útil observar seu comportamento conjunto, uma vez que são correlacionadas. Observa-se que, de acordo com os coeficientes de correlação altos e positivos, há uma

tendência de concordância nessas perguntas, pois quando se responde a uma com uma nota mais baixa, também se responde à outra com nota mais baixa, e vice-versa. Isso pode indicar que alunos que não relataram uma mudança de comportamento quanto ao tempo gasto nas aulas também não alcançaram maior compreensão e aprendizado mais efetivo.

QUADRO 11 – Matriz de correlação de Kendall para as variáveis referentes à Sala de Aula Invertida.

Variável		Nível cognitivo	A SALA DE AULA INVERTIDA...					
			Foi positiva	Motivou as discussões em sala	Mudou a preparação para as aulas	Mudou o tempo gasto nas aulas	Proporcionou aprendizado mais efetivo	Aumentou a compreensão
Nível cognitivo		1	-0,081	-0,003	0,360	0,196	0,124	0,126
A SALA DE AULA INVERTIDA...	Foi positiva	-0,081	1	0,069	0,071	0,396	0,507	0,532
	Motivou as discussões em sala	-0,003	0,069	1	-0,196	-0,016	0,038	-0,084
	Mudou a preparação para as aulas	0,360	0,071	-0,196	1	0,459	0,357	0,434
	Mudou o tempo gasto nas aulas	0,196	0,396	-0,016	0,459	1	0,701	0,694
	Proporcionou aprendizado mais efetivo	0,124	0,507	0,038	0,357	0,701	1	0,814
	Aumentou a compreensão	0,126	0,532	-0,084	0,434	0,694	0,814	1

Fonte: Do autor, 2019.

Prosseguindo com a análise, para selecionar quais variáveis seriam relacionadas com o nível cognitivo no modelo estereótipo, foi aplicado o teste Qui-Quadrado (Quadro 12). De acordo com o p-valor do teste, se mostraram associadas ao nível cognitivo “Motivou as discussões em sala” e “mudou o tempo gasto nas aulas”. Como a correlação entre tais variáveis não foi alta (Quadro 11), elas podem ser inseridas conjuntamente no modelo para o nível cognitivo.

QUADRO 12 – Matriz de correlação de Kendall para as variáveis referentes à Sala de Aula Invertida.

Variável	A SALA DE AULA INVERTIDA...					
	Foi positiva	Motivou as discussões em sala	Mudou a preparação para as aulas	Mudou o tempo gasto nas aulas	Proporcionou aprendizado mais efetivo	Aumentou a compreensão
p-valor Qui-Quadrado	0,5174	0,0406*	0,2788	0,0191*	0,742	0,0733
*Significativo ao nível de significância de 5%.						

Fonte: Do autor, 2019.

No entanto, os resultados do modelo estereótipo (Quadro 13), com valores de OR próximos a 1, mostram que não houve diferenças significativas entre os níveis cognitivos para as afirmações incluídas no modelo como covariáveis, de modo que estas não podem ser consideradas significativamente explicativas.

QUADRO 13 – OR para as variáveis referentes à sala de aula invertida em relação ao nível cognitivo, obtidas por meio do modelo estereótipo.

Variável	Nível cognitivo				p-valor
	1 versus 5	2 versus 5	3 versus 5	4 versus 5	
Motivou as discussões em sala	0,280	1,373	1,517	0,234	0,2325
Mudou o tempo gasto nas aulas	1,178	0,960	0,948	1,205	0,4047

Fonte: Do autor, 2019.

Em seguida, foi ajustado um modelo de regressão linear múltipla para relacionar a nota somativa com as variáveis referentes à Sala de Aula Invertida. A partir do *stepwise*, o modelo selecionado foi o com as variáveis explicativas “Foi positiva” e “Mudou a preparação para as aulas” (Quadro 14). Entretanto, nesse modelo, cujo coeficiente de determinação (R^2) foi de 0,297, apenas a afirmação “Mudou a preparação para as aulas” foi significativa para explicar a nota somativa. Nesse caso, o coeficiente de correlação foi positivo, de modo que, a cada ponto atribuído à mudança de comportamento na preparação para as aulas, a nota somativa aumentava em 0,73 ponto. Isso representa a elevada importância da preparação dos alunos antes das aulas para a eficácia do método, o que corrobora com a análise descritiva realizada no início deste tópico.

QUADRO 14 – Resultados do modelo de regressão linear múltipla relacionando as notas somativas com as variáveis referentes à Sala de Aula Invertida.

Termo	Coeficiente	EP do coeficiente	Valor - T	P-valor
Intercepto (constante)	5,4841	1,1424	4,801	5,2e-05 *
Foi positiva	-0,2121	0,2060	-1,029	0,31243
Mudou a preparação para as aulas	0,7324	0,2396	3,057	0,00499 *
*Significativo ao nível de significância de 5%.				

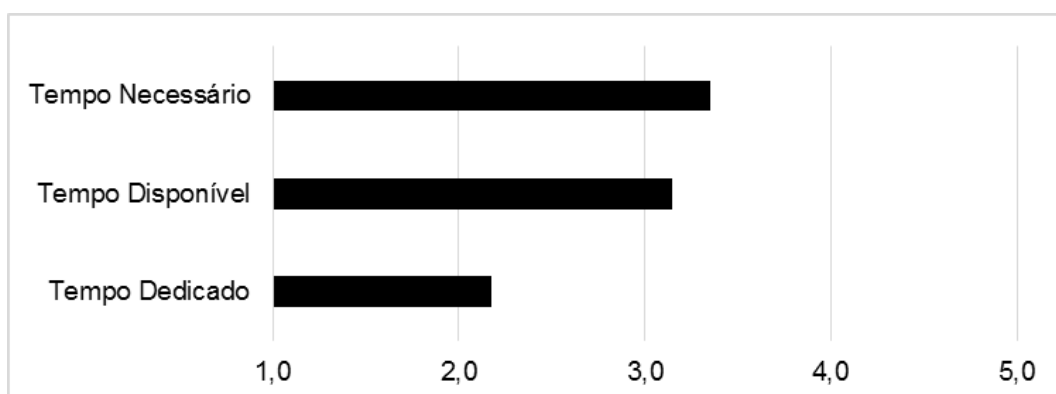
Fonte: Do autor, 2019.

4.3.3 Exequibilidade dos estudos extraclasse

Para a avaliação da exequibilidade do método proposto por esta pesquisa, referente aos estudos extraclasse, foram feitas 3 perguntas aos alunos: qual o tempo disponível fora do trabalho ou da faculdade, por dia; qual o tempo geralmente dedicado para os estudos fora da sala de aula, por dia; e quanto tempo foi necessário para compreender o conteúdo da disciplina fora da sala de aula, por dia. As respostas, atribuídas em escala de tempo, foram adaptadas para uma escala de 1 a 5, afim de facilitar as análises estatísticas. Sendo assim, 1 equivale a “menos de 30 minutos”, 2 equivale a “entre 30 minutos e 1 hora”, 3 equivale a “entre 1 hora e 1 hora e meia”, 4 equivale a “entre 1 hora e meia e duas horas” e 5 equivale a “mais de 2 horas”.

Ao realizar uma análise descritiva, por meio das médias de respostas dos alunos (Figura 34), foi possível perceber que o tempo necessário para compreender o conteúdo fora da sala de aula (em média, mais de uma 1 hora por dia) foi muito maior do que o tempo geralmente dedicado (em média, entre 30 minutos e 1 hora), e um pouco maior do que o tempo disponível. Isso corrobora com as justificativas negativas para a Sala de Aula Invertida evidenciadas anteriormente, relacionadas à não exequibilidade dos estudos extraclasse, o que indica a necessidade de se diluir o conteúdo extraclasse em mais semanas de aula, de modo que seja mais bem administrável pelos alunos em seu tempo disponível.

FIGURA 34 – Gráfico: médias das respostas referentes à exequibilidade dos estudos extraclasse.



Fonte: Do autor, 2019.

Partindo para a regressão logística ordinal, o Quadro 15 mostra que não houve alta correlação entre nível cognitivo, tempo disponível, tempo dedicado e tempo necessário para nenhum par dessas variáveis. Isso possibilita que as variáveis explicativas possam ser alocadas em um mesmo modelo, por não haver problemas com multicolinearidade, mas também já apresenta indícios de que estas não são significativas na explicação do nível cognitivo. O teste Qui-Quadrado (Quadro 16) corroborou com as correlações, no sentido de que nenhuma das variáveis de tempo consideradas foram significativamente associadas ao nível cognitivo.

QUADRO 15 – Matriz de correlação de Kendall para as variáveis referentes à exequibilidade.

Variável	Nível cognitivo	Tempo Disponível	Tempo Dedicado	Tempo Necessário
Nível cognitivo	1	0,007	-0,032	-0,216
Tempo Disponível	0,007	1	0,421	-0,073
Tempo Dedicado	-0,032	0,421	1	0,109
Tempo Necessário	-0,216	-0,073	0,109	1

Fonte: Do autor, 2019.

QUADRO 16 – P-valor para o teste Qui-Quadrado, relacionando as variáveis referentes à exequibilidade com o nível cognitivo.

Variável	Tempo Disponível	Tempo Dedicado	Tempo Necessário
p-valor Qui-Quadrado	0,1185	0,5001	0,2512

Fonte: Do autor, 2019.

Mesmo sem a possibilidade de seleção de variáveis estatisticamente significativas, o modelo estereótipo foi ajustado (Quadro 17). Entretanto, a variável “Tempo disponível” foi removida da função do modelo, em virtude de não ter resultado num bom ajuste, devido à falha na restrição de ordenação dos pesos do modelo na presença dessa variável. Confirmando os resultados das correlações e do Qui-Quadrado, nem o tempo dedicado, nem o tempo necessário mostraram sofrer diferenças significativas de um nível cognitivo para outro, quando comparados ao nível cognitivo 5, de modo que não podem ser consideradas significativamente explicativas.

QUADRO 17 – OR para as variáveis de exequibilidade em relação ao nível cognitivo, obtidas por meio do modelo estereótipo.

Variável	Nível cognitivo				p-valor
	1 versus 5	2 versus 5	3 versus 5	4 versus 5	
Tempo Dedicado	0,9058	1,1233	1,1572	1,1307	0,3873
Tempo Necessário	0,6424	1,6823	1,9212	1,7321	0,3177

Fonte: Do autor, 2019.

Por fim, relacionando as variáveis de exequibilidade com a nota somativa dos alunos, por meio da regressão linear múltipla, o *stepwise* selecionou como sendo o melhor modelo aquele que relaciona as notas apenas com o tempo disponível (Quadro 18). No entanto, ainda assim, essa variável não foi considerada significativa para as notas.

QUADRO 18 – Resultados do modelo de regressão linear múltipla relacionando a nota somativa com as variáveis referentes à exequibilidade.

Termo	Coefficiente	EP do coeficiente	Valor - T	P-valor
Intercepto	7,6904	0,7895	9,741	<0,001 *
Tempo disponível	-0,2312	0,2271	-1,018	0,316
*Significativo ao nível de significância de 5%.				

Fonte: Do autor, 2019.

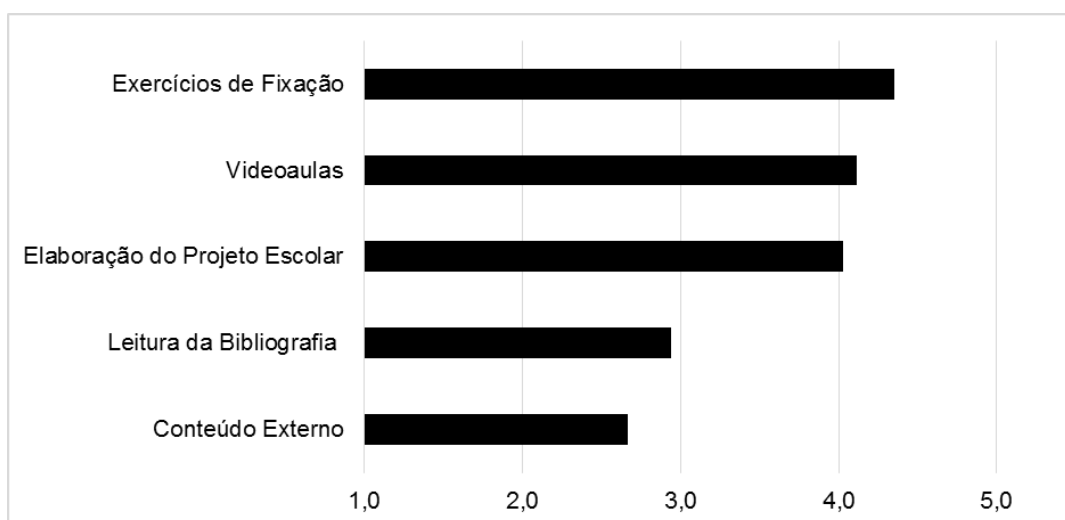
Em resumo, nenhuma variável dessa categoria de investigação foi considerada estatisticamente explicativa para os resultados de aprendizagem, seja pelos níveis cognitivos da Taxonomia de Bloom, seja pelas notas somativas, estando as interpretações limitadas ao âmbito descritivo (não generalizáveis para além da amostra de estudo).

4.3.4 Contribuição dos meios de aprendizagem

Os meios de aprendizagem, no contexto da Sala de Aula Invertida, foram avaliados com base em sua contribuição no aprendizado dos alunos, também em uma escala de 1 (nenhuma contribuição) a 5 (muita contribuição).

Ao realizar uma análise descritiva, por meio das médias das respostas dos alunos (Figura 35), foi possível perceber que os exercícios de fixação exerceram a maior contribuição, seguidos pelas videoaulas e pela elaboração do projeto escolar, em sala de aula.

FIGURA 35 – Gráfico: médias das respostas referentes à contribuição dos meios de aprendizagem.



Fonte: Do autor, 2019.

Apesar da importância das videoaulas para a transmissão do conteúdo fora da sala de aula, os exercícios de fixação se mostraram essenciais como instrumentos de preparação para as atividades a serem desenvolvidas em sala. Por meio desses exercícios, os alunos conseguiam se autoavaliar quanto ao conhecimento adquirido, levantar dúvidas e desenvolver a capacidade prática, antes mesmo de terem de enfrentar os desafios projetuais propostos. Em paralelo, os exercícios postados online pelos alunos, antes de cada aula, serviram como indicadores de aprendizagem para o professor, que podia, por meio deles, prever quais assuntos precisavam ser reforçados, quais alunos apresentavam maiores dificuldades, e no que consistiam essas dificuldades (avaliação formativa). Isso possibilitou uma maior aproximação entre os alunos que praticavam os exercícios e o professor da disciplina, assim como facilitou o planejamento da tutoria em sala de aula, considerando que as aulas

expositivas precisavam ser restringidas a pequenas retomadas do conteúdo, dando espaço, quase integral, para os atendimentos de projeto, nos quais o conteúdo dos vídeos eram de fato aplicados, discutidos e questionados.

Na relação entre as variáveis referentes à contribuição dos meios de aprendizagem com o nível cognitivo, apesar de os valores da matriz de correlação de Kendall (Quadro 19) indicarem considerável associação entre o nível cognitivo e as variáveis independentes, o modelo estereótipo da regressão logística ordinal não obteve um bom ajuste aos dados, de modo que a análise se limitaria apenas a nível descritivo.

QUADRO 19 – Matriz de correlação de Kendall para as variáveis referentes à contribuição dos meios de aprendizagem.

Variável	Nível cognitivo	Videoaulas	Exercícios fixação	Elaboração do projeto escolar	Leitura da Bibliografia	Conteúdo Externo
Nível cognitivo	1	0,356	0,263	0,314	0,019	0,186
Videoaulas	0,035	1	0,256	0,117	0,027	0,126
Exercícios fixação	0,263	0,256	1	0,537	-0,008	0,155
Elaboração do projeto escolar	0,314	0,117	0,537	1	-0,119	0,295
Leitura da Bibliografia	0,019	0,027	-0,088	-0,119	1	0,506
Conteúdo Externo	0,186	0,126	0,155	0,295	0,506	1

Fonte: Do autor, 2019.

No entanto, relacionando as variáveis independentes com a nota somativa dos alunos, por meio da regressão linear múltipla, o *stepwise* selecionou o modelo com as variáveis do Quadro 20. Primeiramente foi testado o modelo com intercepto, porém, como este não foi significativo (p -valor = 0,4428), optou-se por removê-lo do modelo. O modelo ajustado apresentou $R^2 = 0,9485$, isto é, 95% da variabilidade das notas somativas podem ser explicadas por essa combinação de variáveis explicativas, um ajuste de dados bastante representativo.

É possível observar, nesse modelo, que as videoaulas e os exercícios de fixação foram significativos, sendo que, a cada ponto de acréscimo na contribuição referente às videoaulas, a nota somativa aumenta em média 0,72 pontos e, da mesma forma, para cada ponto de acréscimo na contribuição dos exercícios de fixação, a nota somativa aumenta quase um ponto, o que ressalta a elevada importância desses dois instrumentos de aprendizagem para o método proposto. As variáveis leitura da

bibliografia e conteúdo externo, embora não significativas, foram mantidas no modelo para manter a significância das demais, já que é a combinação destas que tornou o modelo bem ajustado aos dados.

QUADRO 20 – Resultados do modelo de regressão linear múltipla relacionando as notas somativas com as variáveis referentes à contribuição dos meios de aprendizagem.

Termo	Coefficiente	EP do coeficiente	Valor - T	P-valor
Videoaulas	0,7182	0,2911	2,467	0,02148*
Exercícios de fixação	0,9614	0,2753	3,492	0,00196*
Leitura da Bibliografia	-0,3285	0,6291	-0,998	0,32866
Conteúdo Externo	0,2199	0,2605	0,844	0,40738
*Significativo ao nível de significância de 5%.				

Fonte: Do autor, 2019.

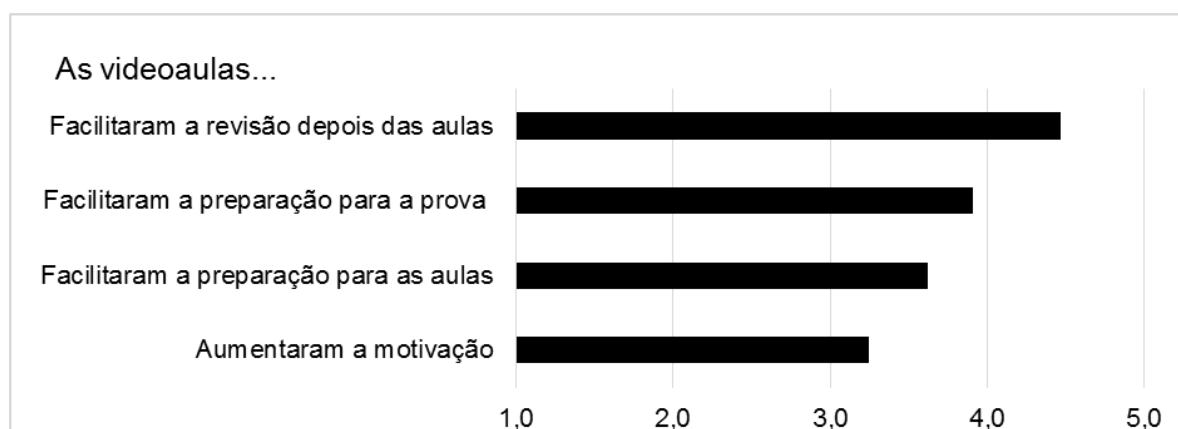
4.3.5 Contribuições das videoaulas

Para investigar mais particularmente como as videoaulas contribuíram para o processo de aprendizagem, foi feita a estruturação de afirmações com respostas que podiam variar em uma escala de 1 (discordo plenamente) a 5 (concordo plenamente).

Ao realizar uma análise descritiva por meio das médias de respostas para as afirmações (Figura 36), foi possível perceber que, comparativamente, os alunos concordaram mais com as afirmações “Facilitaram a revisão depois das aulas” e “Facilitaram a preparação para a prova”, concordando menos com as afirmações “Facilitaram a preparação para as aulas” e “Aumentaram a motivação”. Isso indica que, ao invés de utilizarem as videoaulas para se prepararem para as atividades que foram realizadas em sala de aula, os alunos as utilizaram como instrumento remediador, revisando o conteúdo após a constatação de dificuldades nas atividades projetuais e/ou como preparação para a prova. Esse é um aspecto bastante relevante, considerando a extrema importância da preparação para as atividades em sala de aula, considerando que elas, e não apenas o estudo individual, poderiam garantir a maior fixação do conteúdo e o alcance de maiores graus de abstração.

A constatação de que os alunos utilizaram as videoaulas mais para a preparação para a prova do que como preparação para as aulas é corroborada pelos resultados das regressões apresentadas a seguir.

FIGURA 36 – Gráfico: médias das respostas referentes às contribuições das videoaulas.



Fonte: Do autor, 2019.

Na relação entre as variáveis referentes às contribuições das videoaulas com o nível cognitivo, por meio da regressão logística ordinal, a matriz de correlação de Kendall (Quadro 21) evidencia uma correlação positiva moderada entre as afirmações “facilitaram a preparação para as aulas” e “facilitaram a preparação para a prova”. Isto indica que tais variáveis não devem coexistir em um modelo para o nível cognitivo. De qualquer maneira, de acordo com os p-valores para o teste Qui-Quadrado (Quadro 22) e as correlações das variáveis com o nível cognitivo, optou-se por ajustar o modelo estereótipo apenas relacionando tal variável à afirmação “Facilitaram a preparação para a prova”.

QUADRO 21 – Matriz de correlação de Kendall para as variáveis referentes às contribuições das videoaulas.

Variável		Nível cognitivo	AS VIDEOAULAS...			
			Aumentaram a motivação	Facilitaram a preparação para as aulas	Facilitaram a revisão depois das aulas	Facilitaram a preparação para a prova
Nível cognitivo		1	-0,023	0,228	0,051	0,340
AS VIDEOAULAS...	Aumentaram a motivação	-0,023	1	0,137	0,199	0,168
	Facilitaram a preparação para as aulas	0,228	0,137	1	0,439	0,627
	Facilitaram a revisão depois das aulas	0,051	0,199	0,439	1	0,573
	Facilitaram a preparação para a prova	0,340	0,168	0,627	0,573	1

Fonte: Do autor, 2019.

QUADRO 22 – P-valor para o teste Qui-Quadrado, relacionando as variáveis referentes às contribuições das videoaulas com o nível cognitivo.

Variável	AS VIDEOAULAS...			
	Aumentaram a motivação	Facilitaram a preparação para as aulas	Facilitaram a revisão depois das aulas	Facilitaram a preparação para a prova
Nível cognitivo	0,3289	0,1212	0,08002	0,00022*
*Significativo ao nível de significância de 5%.				

Fonte: Do autor, 2019.

No modelo estereótipo (Quadro 23), os valores de OR menores que 1 e dispostos de forma linear e crescente, assim como o p-valor inferior a 0,05, indicam que, quanto mais os participantes acreditavam que as videoaulas facilitaram a preparação para a prova, maior seu nível cognitivo atingido. É importante evidenciar o fato de que essa diferença se tornar menor à medida que o nível cognitivo aumenta (valores de OR crescendo), o que significa que a contribuição das videoaulas na preparação para prova se tornou menos significativa conforme o aluno atingia níveis cognitivos mais altos, uma vez que, para esses, os exercícios de fixação e as atividades projetuais em sala de aula provavelmente tenham sido mais significativos.

QUADRO 23 – OR para as variáveis referentes às contribuições das videoaulas em relação ao nível cognitivo, obtidas por meio do modelo estereótipo.

Variável	Nível cognitivo				p-valor
	1 versus 5	2 versus 5	3 versus 5	4 versus 5	
Facilitaram a preparação para a prova	0,1871	0,3919	0,5614	0,5614	0,0376*
*Significativo ao nível de significância de 5%.					

Fonte: Do autor, 2019.

Relacionando as variáveis independentes com as notas somativas dos alunos, por meio da regressão linear múltipla, as interpretações seguem no mesmo sentido. O *stepwise* indicou as variáveis “Aumentaram a motivação” e “Facilitaram a preparação para a prova” como as explicativas a compor o modelo (Quadro 24), cujo coeficiente de determinação foi $R^2 = 0,1267$. Porém, apenas a afirmação “Facilitaram a preparação para a prova” foi significativa para explicar as notas somativas. De

acordo com seu coeficiente positivo (0,5448), é possível concluir que, à medida que os alunos consideravam que as videoaulas facilitaram a preparação para a prova, suas notas tendiam a aumentar, o que corrobora com as constatações anteriores.

QUADRO 24 – Resultados do modelo de regressão linear múltipla relacionando a nota somativa com as variáveis referentes às contribuições das videoaulas.

Termo	Coeficiente	EP do coeficiente	Valor - T	P-valor
Intercepto (constante)	5,7334	1,3041	4,396	0,000144 *
Aumentaram a motivação	-0,2358	0,3174	-0,743	0,463805
Facilitaram a preparação para a prova	0,5448	0,2714	2,007	0,054482 *
*Significativo ao nível de significância de 5%.				

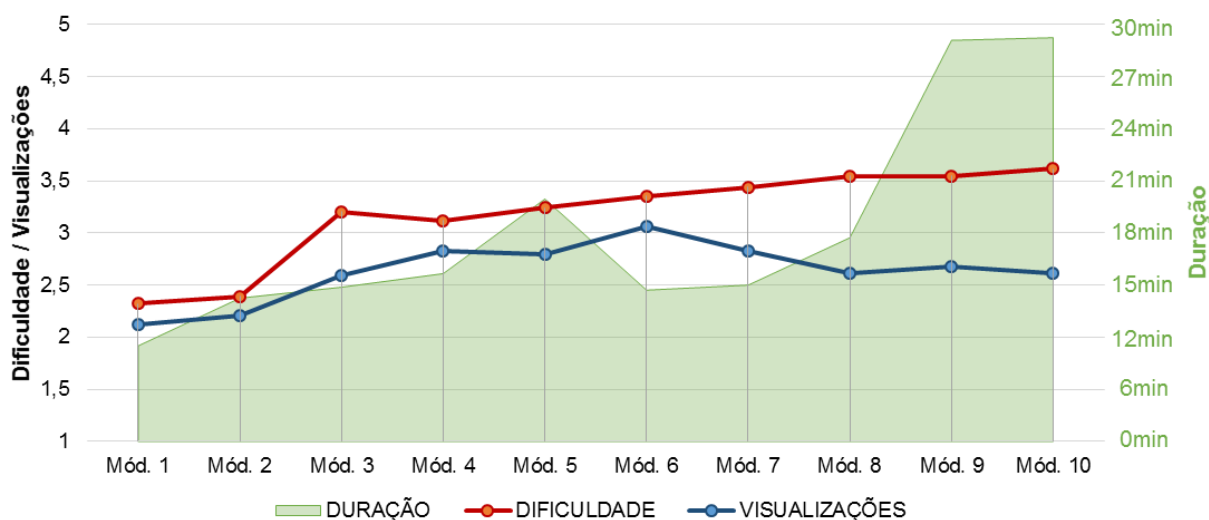
Fonte: Do autor, 2019.

4.3.6 Dificuldade e frequência de visualizações do conteúdo

A dificuldade dos alunos com cada módulo da disciplina foi levantada em uma escala de 1 a 5, sendo 1 “nenhuma dificuldade” e 5 “muita dificuldade”. Da mesma forma, foi questionado quantas vezes os alunos assistiram a cada módulo. Para realizar uma análise descritiva, foram levantadas as médias para cada uma das duas variáveis. Considerando a importância de confrontá-las com o tempo de duração de cada videoaula, esses valores foram adaptados (divididos por 6, devido ao tempo máximo de aproximadamente 30 minutos, e a escala de investigação variando de 1 a 5), de modo que todos os dados pudessem ser comparados no mesmo gráfico (Figura 37). As principais conclusões para essa análise descritiva foram:

- Na opinião dos alunos, a dificuldade encontrada nos módulos é crescente, de maneira quase linear – exceto pela ascendência abrupta entre as dificuldades para os módulos 2 e 3, uma vez que no último começam a ser expostos conceitos relacionados à geometria solar, sendo determinante para a compreensão dos módulos seguintes.
- A mesma ascendência pode ser percebida na média de quantidade de vezes em que cada módulo foi assistido, também de forma quase linear, até o módulo 6, assistido por mais vezes. A partir daí, os próximos módulos passam a ser assistidos por menos vezes.

FIGURA 37 – Gráfico: relação entre a duração e as médias de dificuldade e de frequência de visualizações para cada módulo da disciplina.



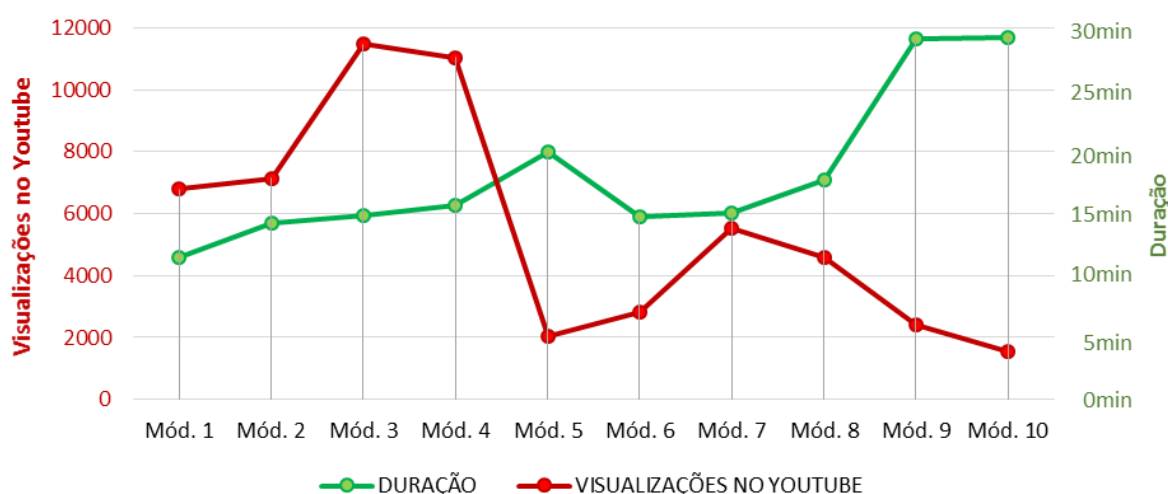
Fonte: Do autor, 2019.

▪ É possível observar que a frequência de visualizações acompanha a dificuldade enfrentada até o módulo 6, se divergindo a partir dele. Nesse momento, enquanto a dificuldade aumenta, a frequência de visualizações diminui. Isso pode significar que este módulo foi um ponto chave para a dualidade “desinteresse em assistir” e “dificuldade enfrentada”, identificada nos próximos módulos. Ao constatar que a atividade referente a este módulo (máscaras de sombra do entorno edificado) foi uma das mais negligenciadas nos projetos apresentados, é possível presumir que, mesmo não sendo o módulo considerado mais difícil, o nível de abstração exigido pela atividade equivalente supere a abstração exigida pelas demais e que, portanto, inseri-la tão cedo no processo projetual e na ordem de construção de raciocínio pode ter sido um equívoco, desencadeando um processo de desestímulo na turma em relação às próximas atividades.

▪ Em paralelo, é possível observar que, a cada vez que o tempo da videoaula aumentava, a quantidade de vezes em que os alunos assistiam diminuía, e que os vídeos com durações próximas a 15 minutos foram assistidos por mais vezes, corroborando com as sugestões da literatura (BERGMANN; SAMS, 2012). É importante ressaltar que, na amostra de estudo, essa dualidade não se apresentou de forma proporcional, de modo que o significativo aumento de tempo nos módulos 9 e 10 não reduziu com a mesma proporção o número de vezes em que esses módulos foram assistidos. Entretanto, ao se fazer a mesma análise com as visualizações das videoaulas na plataforma Youtube (Figura 38), um ano após sua postagem (dia

28/08/2019), foi possível perceber que, apesar de os maiores números de visualizações também serem observado nos módulos com durações próximas aos 15 minutos, nesse caso, o módulo 6 segue como um dos menos assistidos e, a partir do módulo 8, a quantidade de visualizações passa a ser inversamente proporcional à duração das videoaulas, de modo que o aumento abrupto de duração dos módulos 9 e 10 coincidiu com a diminuição abrupta da quantidade de visualizações para esses módulos.

FIGURA 38 – Gráfico: relação entre a duração das videoaulas e a quantidade de visualizações na plataforma Youtube.



Fonte: Do autor, 2019.

Partindo para a regressão logística ordinal, ao relacionar as dificuldades dos módulos com o nível cognitivo pela matriz de correlação de Kendall (Quadro 25), é possível constatar que as respostas para os módulos 7, 8, 9 e 10 estão associadas com uma correlação fortemente positiva. Isto é, houve uma forte concordância entre as respostas de dificuldade para tais módulos. Isso pode ser justificado pelo fato de os módulos consistirem em uma sequência restritamente associada de conteúdo, de modo que, caso o aluno tenha dificuldade em compreender os conceitos de máscaras de sombra para as proteções solares (módulos 7 e 8), provavelmente não conseguirá compreender o método para o projeto de proteções solares (módulos 9 e 10). Assim, estas variáveis não podem ser ajustadas simultaneamente em um único modelo.

QUADRO 25 – Matriz de correlação de Kendall para as variáveis referentes à dificuldade do conteúdo.

Variável		Nível cognitivo	DIFICULDADE									
			Mód.1	Mód.2	Mód.3	Mód.4	Mód.5	Mód.6	Mód.7	Mód.8	Mód.9	Mód.10
Nível cognitivo		1	-0,247	-0,446	-0,346	-0,506	-0,397	-0,295	-0,453	-0,556	-0,577	-0,552
DIFICULDADE	Mód.1	-0,247	1	0,749	0,404	0,211	0,470	0,487	0,281	0,150	0,216	0,186
	Mód.2	-0,446	0,749	1	0,295	0,332	0,513	0,368	0,401	0,349	0,450	0,422
	Mód.3	-0,346	0,404	0,295	1	0,515	0,512	0,634	0,305	0,313	0,338	0,292
	Mód.4	-0,506	0,211	0,332	0,515	1	0,518	0,424	0,715	0,598	0,710	0,671
	Mód.5	-0,397	0,470	0,513	0,512	0,518	1	0,462	0,637	0,565	0,603	0,563
	Mód.6	-0,295	0,487	0,368	0,634	0,424	0,462	1	0,450	0,364	0,342	0,303
	Mód.7	-0,453	0,281	0,401	0,305	0,715	0,637	0,450	1	0,822	0,768	0,745
	Mód.8	-0,556	0,150	0,349	0,313	0,598	0,565	0,364	0,822	1	0,838	0,861
	Mód.9	-0,577	0,216	0,450	0,338	0,710	0,603	0,342	0,768	0,838	1	0,977
	Mód.10	-0,522	0,186	0,422	0,292	0,671	0,563	0,303	0,745	0,861	0,977	1

Fonte: Do autor, 2019.

O modelo estereótipo não teve um bom ajuste aos dados, uma vez que o pressuposto de ordenação dos pesos do modelo não pôde ser verificado, produzindo coeficientes instáveis. Sendo assim, a análise da relação do nível cognitivo com as dificuldades no conteúdo dos módulos é apresentada aqui apenas com base nos valores da matriz de correlação (Quadro 25) e do teste Qui-Quadrado (Quadro 26), em âmbito descritivo.

Segundo o teste Qui-Quadrado (Quadro 26), a associação foi significativa entre o nível cognitivo e as dificuldades com o conteúdo relatadas para os módulos 2, 4, 8, 9 e 10. De acordo com os coeficientes de correlação negativos (Quadro 25), há um indicativo de ter havido uma tendência de que, quanto menor o nível cognitivo, maior a dificuldade relatada com relação ao conteúdo desses módulos. O módulo 2, por explicar as estratégias bioclimáticas em relação com o Diagrama de Givoni, apresenta grande importância para a compreensão da dinâmica térmica da edificação. O módulo 4 faz uma explicação sumária da relação entre as barreiras de sombra e as proteções solares com o transferidor de ângulos das cartas solares, enquanto os módulos 8, 9 e 10, se referem às mascaras de sombra para as proteções solares e ao projeto de proteções solares, de modo que todos são determinantes para a compreensão das atividades projetuais desenvolvidas em sala de aula.

QUADRO 26 – P-valor para o teste Qui-Quadrado, relacionando as variáveis referentes à dificuldade do conteúdo com o nível cognitivo.

Variável	DIFICULDADE									
	Mód.1	Mód.2	Mód.3	Mód.4	Mód.5	Mód.6	Mód.7	Mód.8	Mód.9	Mód.10
Nível cognitivo	0,090	0,047*	0,237	0,015*	0,502	0,168	0,081	0,055*	0,042*	0,031*

*Significativo ao nível de significância de 5%.

Fonte: Do autor, 2019.

Prosseguindo com a análise, relacionando as notas somativas com as dificuldades com os conteúdos dos módulos, por meio da regressão linear múltipla, o modelo selecionado pelo *stepwise*, cujo coeficiente de determinação (R^2) foi de 0,424, incluiu apenas as dificuldades nos módulos 5, 6 e 10 (Quadro 27). Entretanto, apenas a dificuldade no módulo 10 foi significativa para explicar as notas somativas. O coeficiente -1,2003 indica que a notas caíram em média 1,2 pontos quando se aumentou 1 ponto no nível de dificuldade com o conteúdo do módulo 10 (Projeto de Proteções Solares – Parte 2). Assim, quanto maior a dificuldade do aluno com esse conteúdo, menor o seu resultado de aprendizagem pela nota somativa.

QUADRO 27 – Resultados do modelo de regressão linear múltipla relacionando a nota somativa com as variáveis referentes à dificuldade com o conteúdo.

Termo	Coeficiente	EP do coeficiente	Valor - T	P-valor
Intercepto (constante)	11,0248	1,0412	10,589	<0,001 *
Dificuldade – Mód. 5	0,4975	0,3284	1,515	0,14066
Dificuldade – Mód. 6	-0,3926	0,2797	-1,404	0,17099
Dificuldade – Mód. 10	-1,2003	0,3098	-3,874	0,0005*

*Significativo ao nível de significância de 5%.

Fonte: Do autor, 2019.

Relacionando a quantidade de vezes em que os módulos foram assistidos com o nível cognitivo pela matriz de correlação de Kendall (Quadro 28), é possível constatar forte associação positiva entre a quantidade de vezes em que o conteúdo foi assistido para vários módulos. Observa-se que, à medida que se vai para módulos mais avançados, a correlação aumenta.

QUADRO 28 – Matriz de correlação de Kendall para as variáveis referentes à frequência de visualização do conteúdo.

Variável	Nível cognitivo	VISUALIZAÇÕES									
		Mód.1	Mód.2	Mód.3	Mód.4	Mód.5	Mód.6	Mód.7	Mód.8	Mód.9	Mód.10
Nível cognitivo	1	-0,152	-0,139	0,129	0,055	0,187	0,266	0,149	0,271	0,160	0,103
VISUALIZAÇÕES	Mód.1	-0,152	1	0,728	0,422	0,353	0,302	0,241	0,356	0,278	0,429
	Mód.2	-0,139	0,728	1	0,516	0,547	0,469	0,438	0,407	0,272	0,285
	Mód.3	0,129	0,422	0,516	1	0,797	0,802	0,671	0,657	0,619	0,538
	Mód.4	0,055	0,353	0,547	0,797	1	0,711	0,662	0,646	0,598	0,475
	Mód.5	0,187	0,302	0,469	0,802	0,711	1	0,838	0,658	0,626	0,504
	Mód.6	0,266	0,241	0,438	0,671	0,662	0,838	1	0,638	0,621	0,431
	Mód.7	0,149	0,356	0,407	0,657	0,646	0,658	0,638	1	0,698	0,584
	Mód.8	0,271	0,278	0,272	0,619	0,598	0,626	0,621	0,698	1	0,804
	Mód.9	0,160	0,429	0,285	0,538	0,475	0,504	0,431	0,584	0,804	1
	Mód.10	0,103	0,371	0,221	0,490	0,426	0,476	0,370	0,480	0,754	0,890

Fonte: Do autor, 2019.

O teste Qui-Quadrado (Quadro 29) apontou associação entre os módulos 3, 5, 7, 8, 9 e 10 com o nível cognitivo. No entanto, como alguns desses módulos possuem forte correlação (Quadro 28), não foi possível incluir todos no modelo estereótipo simultaneamente.

QUADRO 29 – P-valor para o teste Qui-Quadrado, relacionando as variáveis referentes à quantidade de vezes que o conteúdo foi assistido com o nível cognitivo.

Variável	VISUALIZAÇÕES									
	Mód.1	Mód.2	Mód.3	Mód.4	Mód.5	Mód.6	Mód.7	Mód.8	Mód.9	Mód.10
Nível cognitivo	0,552	0,575	0,014*	0,144	0,022*	0,135	0,031*	0,001*	0,001*	0,007*

*Significativo ao nível de significância de 5%.

Fonte: Do autor, 2019.

Para os módulos 7, 8, 9 e 10 foi violada a ordenação dos pesos do modelo, então este não pôde ser aplicado com tais módulos. Isso se deu porque, em relação às médias de frequência que se assistiu a cada módulo, houve aumento nesses valores até o módulo 6, e deste em diante, queda. Não houve diferença significativa entre os níveis cognitivos para a quantidade de vezes que se assistiu os conteúdos dos módulos 3 e 5 (Quadro 30). Apesar da falta de ajuste já comentada, ao se testar os demais módulos também foi observado não haver diferenças significativas de um nível cognitivo para outro na quantidade de vezes em que se assistiu determinado módulo.

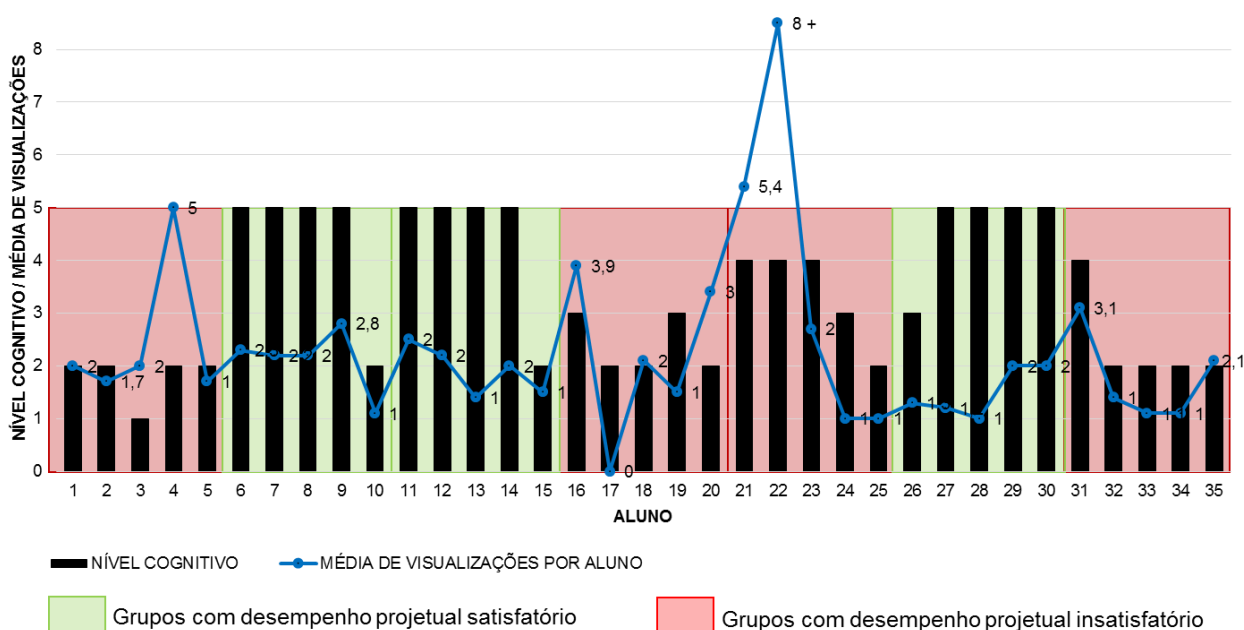
QUADRO 30 – OR para variáveis referentes à quantidade de vezes que o conteúdo foi assistido em relação ao nível cognitivo, obtidas por meio do modelo estereótipo.

Variável	Nível cognitivo				p-valor
	1 versus 5	2 versus 5	3 versus 5	4 versus 5	
Visualizações – Mód. 3	0,9066	0,9066	0,7554	2,0694	0,4539
Visualizações - Mód. 5	0,9366	0,8751	1,1171	2,1919	0,4732

Fonte: Do autor, 2019.

Com isso, observou-se que, em geral, a quantidade de vezes que se assistiu o conteúdo de um módulo estava fortemente associada à quantidade de vezes que se assistiu os módulos seguintes, mas não necessariamente ao nível cognitivo do indivíduo. Embora indivíduos com níveis cognitivos mais altos tenham assistido, geralmente, menos vezes os conteúdos, os indivíduos com níveis cognitivos mais baixos não necessariamente assistiam mais vezes. Daí o fato de no teste Qui-Quadrado o nível cognitivo estar associado à quantidade de vezes que se assistiu o conteúdo dos módulos, mas, no modelo estereótipo, não. Essa constatação fica mais evidente ao ser realizada uma análise descritiva comparando os níveis cognitivos alcançados por cada aluno, seu desempenho no projeto entregue, e a média de vezes que assistiu a todas as videoaulas (Figura 39).

FIGURA 39 – Gráfico: média de vezes que cada aluno assistiu às videoaulas comparada com os níveis cognitivos e com os desempenhos nos projetos.



Fonte: Do autor, 2019.

Dos grupos com projetos não satisfatórios, quatro alunos (21, 22, 23 e 31) atingiram o nível cognitivo máximo possível na avaliação individual (“criar–procedural” – nível 4). O gráfico demonstra que esses alunos fazem parte do grupo que precisou assistir os vídeos por mais vezes (de 2,7 a 19,6 vezes). Em contraposição, no mesmo gráfico, é possível observar que os alunos com maiores níveis cognitivos atingidos e integrantes dos grupos com projetos satisfatórios (alunos 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 27, 28, 29 e 30) assistiram, em média, de 1 a 2,8 vezes as videoaulas postadas online. Isso indica que o menor engajamento no desenvolvimento projetual em sala de aula resultou na necessidade de mais tempo de estudo fora dela. O fato de o Módulo 6 (Máscaras de Sombra: Barreiras do Entorno Edificado) ter sido o mais assistido e ao mesmo tempo a atividade menos desenvolvida pelos alunos em sala de aula corrobora com essa constatação.

Quanto ao modelo de regressão linear múltipla para relacionar as frequências em que se assistiu os módulos com as notas somativas, foram utilizados modelos univariados, para evitar multicolinearidade, já que houve forte correlação entre os módulos. O *stepwise* selecionou os módulos 8 e 10 para compor o modelo (Quadro 31). Ainda assim, não houve diferenças significativas para as notas somativas em nenhum dos casos. Desta forma, as notas somativas não dependem da quantidade de vezes que se assistiu determinado conteúdo.

QUADRO 31 – Resultados do modelo de regressão linear relacionando a nota somativa com a quantidade de vezes que o conteúdo foi assistido.

Termo	Coefficiente	EP do coeficiente	Valor - T	P-valor
Intercepto (constante) para o modelo com Módulo 8	6,60332	0,38741	17,05	<0,001*
Módulo 8	0,13727	0,07982	1,72	0,0951
Intercepto (constante) para o modelo com o Módulo 10	6,69497	0,39483	16,96	<0,001*
Módulo 10	0,10226	0,08114	1,26	0,217
*Significativo ao nível de significância de 5%.				

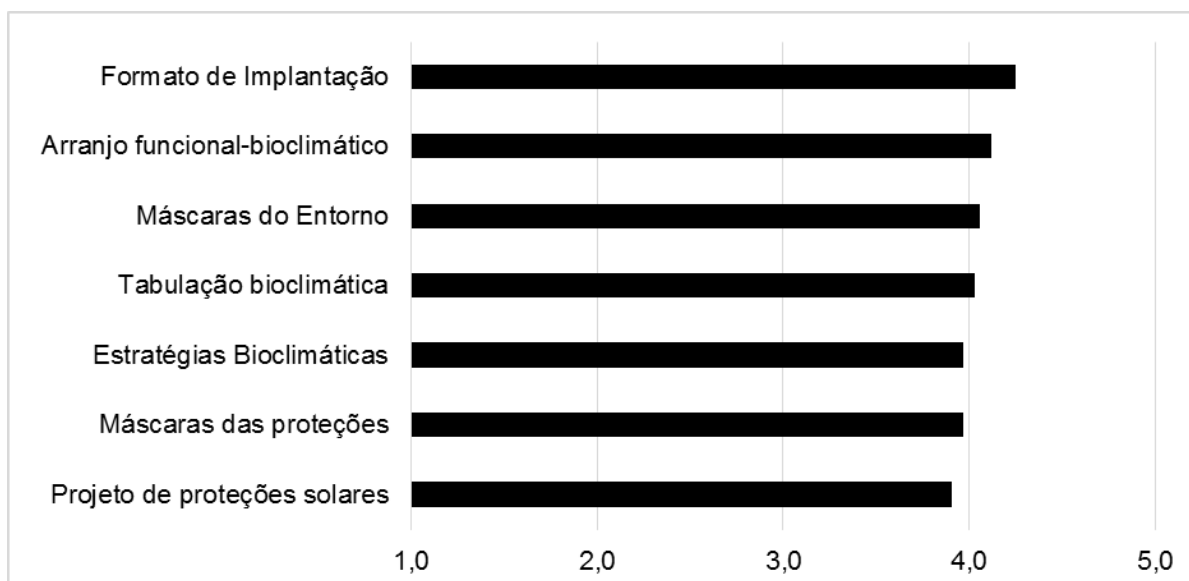
Fonte: Do autor, 2019.

4.3.7 Eficácia das atividades projetuais

A eficácia das atividades projetuais desenvolvidas em sala de aula, sob o olhar dos alunos, foi levantada em uma escala de 1 a 5, sendo 1 “nada eficaz” e 5 “muito

eficaz”. Ao realizar uma análise descritiva, por meio das médias de respostas dos alunos (Figura 40), foi possível perceber pouca variação entre as respostas para cada atividade, de modo que todas atingiram médias de pontuações relativamente altas (próximas de 4).

FIGURA 40 – Gráfico: média de pontuações para a eficácia das atividades projetuais.



Fonte: Do autor, 2019.

De qualquer modo, as atividades mais bem avaliadas (médias acima de 4) foram, em ordem decrescente, “Definição do formato de implantação”, “Arranjo funcional-bioclimático”, “Máscaras do Entorno” e “Tabulação Bioclimática”. De fato, dentre os critérios mais bem desenvolvidos nos projetos entregues (tópico 4.1, Figura 27), estão a tabulação bioclimática do programa, o arranjo bioclimático (mesmo o arranjo funcional tendo sido negligenciado) e o estudo de sombreamento com adequada definição do formato e posição de implantação. Entretanto, curiosamente, o desenvolvimento das máscaras do entorno, que recebeu alta pontuação, foi uma das atividades mais negligenciadas nos projetos entregues e, ao mesmo tempo, o conteúdo cuja videoaula foi a mais assistida. Em contrapartida, a atividade “Máscaras das proteções”, que recebeu uma das médias de avaliações mais baixas, foi o critério mais bem apresentado nos projetos entregues, alcançando 97% de êxito. Já o projeto de proteções solares, que recebeu a menor pontuação, de fato foi desenvolvido corretamente por apenas alguns grupos.

Partindo para a regressão logística ordinal, ao analisar a matriz de correlação de Kendall (Quadro 32), é possível observar que houve forte correlação positiva entre as pontuações de eficácia para praticamente todas as atividades entre si. Isso demonstra que a variabilidade entre as pontuações para as atividades foi muito baixa, como já apontado anteriormente. Dessa forma, estas variáveis não podem ser ajustadas simultaneamente em um único modelo.

QUADRO 32 – Matriz de correlação de Kendall para as variáveis referentes à eficácia das atividades projetuais.

Variável	Nível cognitivo	Estratégias Bioclim.	Tabulação Bioclim.	Formato de implantação	Máscaras do entorno	Máscaras das proteções	Arranjo func. Bioclim.	Projeto de proteções solares
Nível cognitivo	1	0,111	-0,003	0,094	0,253	0,313	0,206	0,106
Estratégias Bioclim.	0,111	1	0,703	0,684	0,676	0,690	0,641	0,590
Tabulação Bioclim.	-0,003	0,703	1	0,640	0,689	0,642	0,595	0,608
Formato de implantação	0,094	0,684	0,640	1	0,547	0,585	0,529	0,541
Máscaras do entorno	0,253	0,676	0,689	0,547	1	0,912	0,869	0,759
Máscaras das proteções	0,313	0,690	0,642	0,585	0,912	1	0,803	0,695
Arranjo func. Bioclim.	0,206	0,641	0,595	0,529	0,869	0,803	1	0,842
Projeto de proteções solares	0,106	0,590	0,608	0,541	0,759	0,695	0,842	1

Fonte: Do autor, 2019.

Para a seleção de quais variáveis relacionar ao nível cognitivo no modelo estereótipo, foi utilizado o teste Qui-Quadrado (Quadro 33). Assim como as correlações de Kendall, o Qui-Quadrado apontou não haver associação entre as variáveis independentes e o nível cognitivo. Ainda assim, para confirmar tal resultado, o modelo estereótipo foi ajustado (Quadro 34), tendo como variáveis explicativas as três com maiores correlações com o nível cognitivo na matriz de correlação de Kendall. De acordo com os p-valores para o modelo estereótipo, realmente não houve associação entre os níveis cognitivos com as variáveis relacionadas à eficácia das atividades projetuais.

QUADRO 33 - P-valor para o teste Qui-Quadrado, relacionando as variáveis referentes à eficácia das atividades projetuais com o nível cognitivo.

Variável	Estratégias Bioclim.	Tabulação Bioclim.	Formato de implantação	Máscaras do entorno	Máscaras das proteções	Arranjo func. Bioclim.	Projeto de proteções solares
Nível cognitivo	0,976	0,1811	0,3129	0,4824	0,2984	0,4271	0,6811

Fonte: Do autor, 2019.

QUADRO 34 - OR para variáveis referentes a eficácia das atividades projetuais em relação ao nível cognitivo, obtidas por meio do modelo estereótipo.

Variável	Nível cognitivo				p-valor
	1 versus 5	2 versus 5	3 versus 5	4 versus 5	
Máscaras do entorno	0,5142	0,7755	1,6808	3,1979	0,19207
Máscaras das proteções	0,4078	0,5670	1,1160	1,7049	0,1411
Arranjo funcional bioclimático	0,393794	0,8121	2,1185	4,6596	0,14797

Fonte: Do autor, 2019.

Já relacionando as variáveis independentes com as nota somativas, por meio da regressão linear múltipla, o modelo selecionado pelo *stepwise* incluiu as variáveis do Quadro 35. Conforme os p-valores do teste, as respostas para máscaras das proteções foram significativamente associadas às notas somativas, de modo que, para cada unidade que se aumenta na eficácia das máscaras das proteções, a nota somativa cresce em média 1,4 pontos. Essa constatação faz sentido, considerando a grande quantidade de exercícios contidos na avaliação bimestral que exigiam a compreensão das máscaras de sombra para as proteções solares, além do fato de a mesma compreensão ser essencial para o desenvolvimento do projeto escolar.

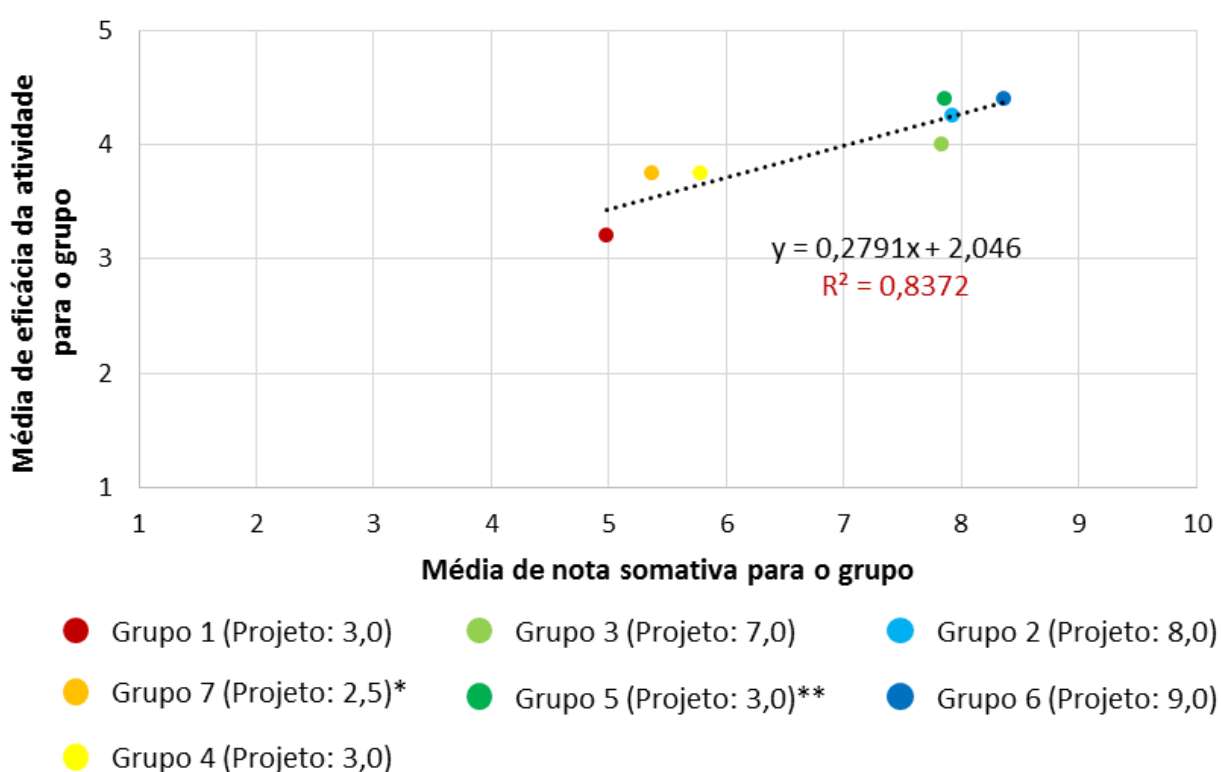
QUADRO 35 - Resultados do modelo de regressão linear múltipla relacionando a nota somativa com as variáveis referentes a eficácia das atividades projetuais.

Termo	Coefficiente	EP do coeficiente	Valor - T	P-valor
Intercepto (constante)	6,006	1,5098	3,978	<0,001 *
Estratégias Bioclim.	-1,2724	0,7247	-1,756	0,0905
Tabulação Bioclim.	-0,7461	0,5647	-1,321	0,1975
Formato de implantação	0,8614	0,5732	1,503	0,1445
Máscaras das proteções	1,4299	0,5140	2,782	0,0097*
*Significativo ao nível de significância de 5%.				

Fonte: Do autor, 2019.

O coeficiente positivo também leva à conclusão de que o fato de todos os projetos terem apresentados máscaras de sombra muito bem executadas não significa que todos os alunos tenham compreendido sua composição completamente, uma vez que essa atividade foi desenvolvida por meio do método cooperativo “Jigsaw Technique” e, assim, os resultados do exercício podem ter sido anexados aos projetos de forma mecânica. Isso fica evidente ao se comparar as médias de notas somativas dos grupos e as médias de avaliações para a atividade colaborativa (Figura 41): os grupos com maiores médias de notas (e paralelamente com melhores desempenhos nos projetos) atribuíram maiores pontuações para a eficácia da atividade, e vice-versa. As exceções se concentram nos grupos que obtiveram boas médias de notas somativas, mas não no desenvolvimento do projeto, dualidade atribuída à maior consulta ao conteúdo pelo estudo remediador por alguns alunos desses grupos, como já abordado anteriormente.

FIGURA 41 – Gráfico: correlação entre as médias de notas somativas e as médias de avaliações para a atividade “Máscaras de sombra para as proteções”, por grupo.



* Uma aluna desse grupo teve bom desempenho na prova (assistiu mais vezes às videoaulas)

** Alguns alunos desse grupo tiveram bom desempenho na prova (assistiram mais vezes às videoaulas)

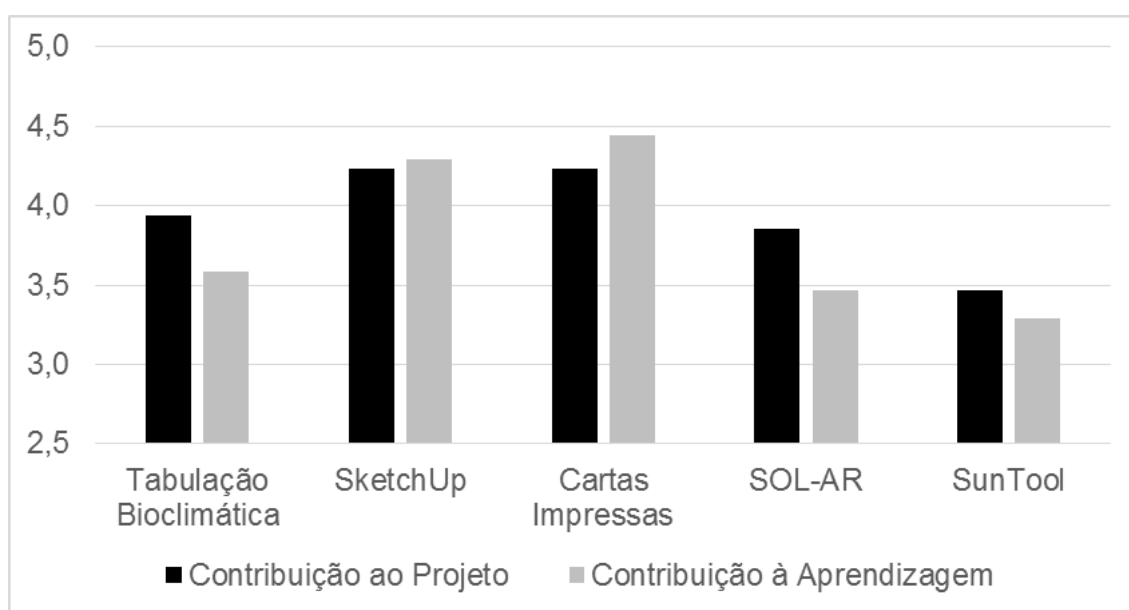
Fonte: Do autor, 2019.

4.3.8 Contribuição das ferramentas para o projeto e para a aprendizagem

A contribuição das ferramentas para o projeto e para a aprendizagem, sob o olhar dos alunos, foi levantada em uma escala de 1 a 5, sendo 1 “nenhuma contribuição” e 5 “muita contribuição”.

Ao realizar uma análise descritiva, por meio das médias de respostas dos alunos (Figura 42), foi possível perceber que, corroborando com as constatações das análises dos projetos (tópico 4.1), o SunTool foi a ferramenta que menos contribuiu no desenvolvimento dos projetos e no processo de aprendizagem, sendo utilizado como alternativa para os grupos que não conseguiram dominar a materialização das máscaras de sombra, enquanto as cartas solares impressas e o SketchUp seguem como as maiores contribuintes.

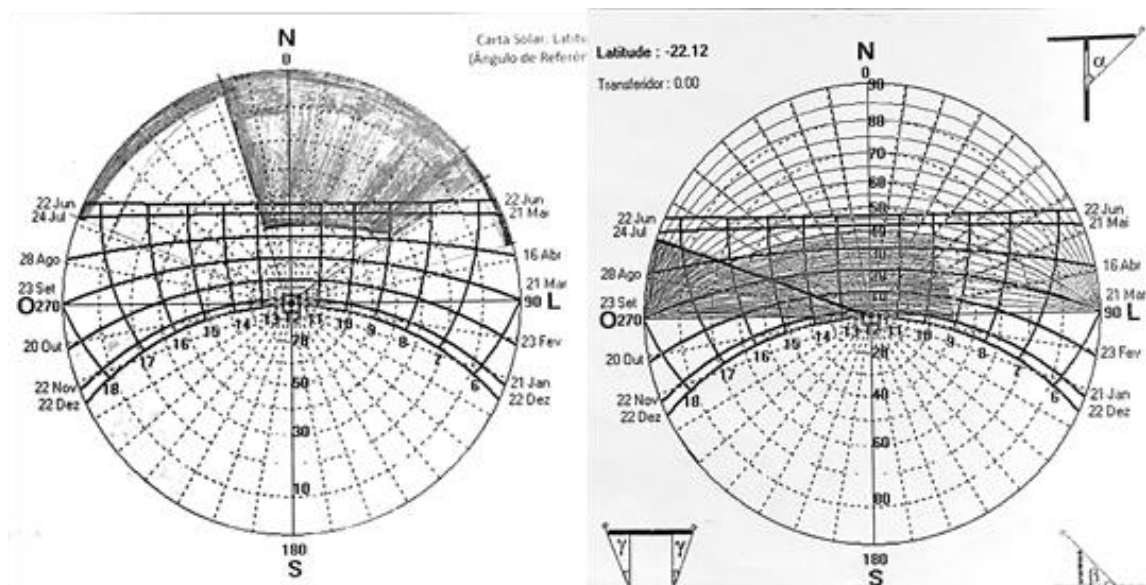
FIGURA 42 – Gráfico: médias das avaliações dos alunos quanto às contribuições de cada ferramenta utilizada na disciplina.



Fonte: Do autor, 2019.

A maior contribuição das cartas solares impressas pode ser atribuída à sua maior flexibilidade de manuseio e maior possibilidade de envolvimento pessoal (Figura 43), principalmente na elaboração de máscaras de sombra do entorno edificado, que exigem a inserção de uma grande quantidade de ângulos limitadores ao mesmo tempo. Segundo os relatos de alguns alunos, essa ferramenta também se mostrou importante para aqueles que não possuem notebook, considerando a ausência de um laboratório de informática disponível para esse fim.

FIGURA 43 – Exemplos de máscaras de sombras produzidas pelos alunos, utilizando as cartas solares impressas.

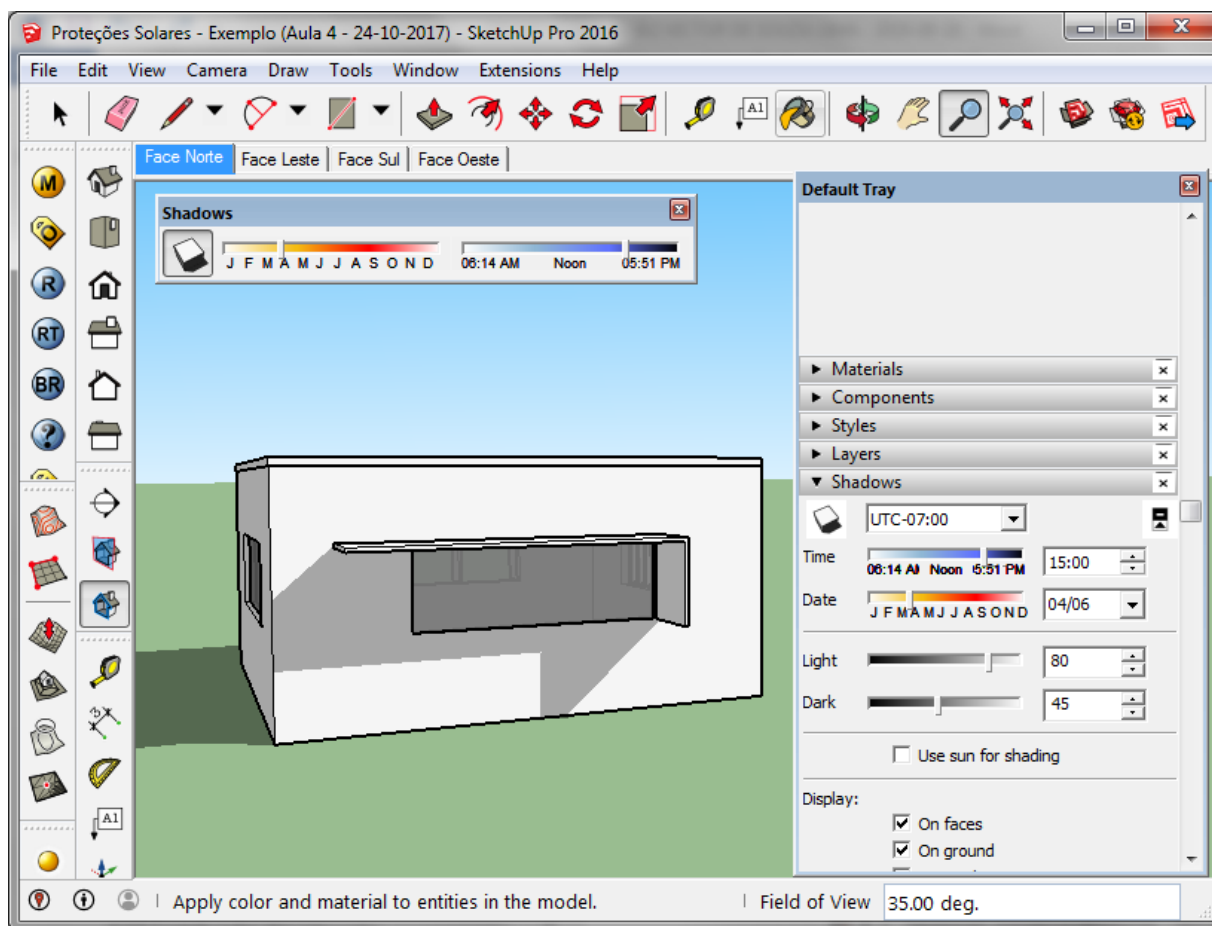


Fonte: Do autor, 2019.

A alta contribuição do SketchUp se deve à facilidade que o programa oferece para a modelagem e, ao mesmo tempo, à possibilidade de visualizar mais nitidamente as projeções de sombra de acordo com o dia e horário de estudo (Figura 44), contribuindo para a definição de implantações que se relacionem intrinsecamente com as sombras produzidas pelo entorno, assim como para a confirmação de desempenho das proteções projetadas. Entretanto, a ferramenta não proporciona contribuições para a compreensão integrada entre realidade física (representações em perspectiva) e projeção estereográfica nas cartas solares.

Apesar de não contribuir significativamente para o processo de aprendizagem, a tabulação bioclimática se mostrou essencial como ferramenta de auxílio para a associação entre os indicadores de conforto térmico presentes no programa arquitetônico e as etapas seguintes de projeto. Dessa forma, facilitou o processo de organização bioclimática do programa arquitetônico no formato de implantação pré-definido, assim como no diagnóstico de quais ambientes precisariam ser protegidos da insolação direta.

FIGURA 44 – Interface do programa SketchUp e sua ferramenta de sombras.



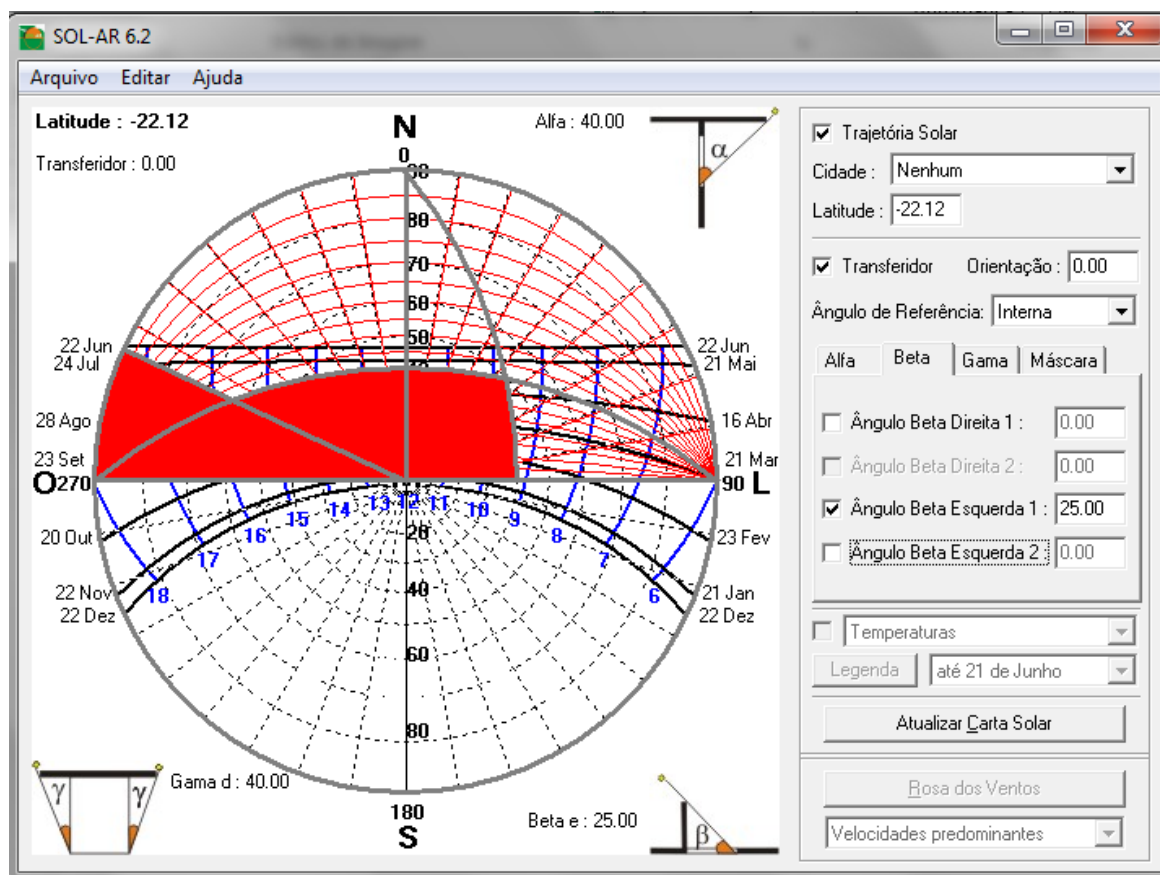
Fonte: Do autor, 2019.

O Analysis Sol-Ar foi bem utilizado para a elaboração das máscaras de sombra para as proteções solares, se mostrando bastante útil como ferramenta auxiliadora à aprendizagem e ao processo projetual, principalmente devido à sua precisão na definição de máscaras de sombra com o uso dos ângulos limitadores (Figura 45). Entretanto, sua avaliação relativamente baixa na média geral pode ser atribuída à possibilidade limitada de inserção de ângulos por vez (dois de cada, para cada lado), o que dificulta sua utilização na elaboração de máscaras de sombra de entornos edificados mais complexos.

Apesar do grande potencial do SunTool para os estudos propostos, suas limitações de modelagem (Figura 46) dificultaram os processos de aprendizagem e de aplicação nos projetos. Seria importante substituí-lo por alguma ferramenta que apresentasse a mesma relação simultânea entre realidade física e projeção estereográfica, porém com possibilidades de modelagens próximas às apresentadas pelo SketchUp, de modo que sua utilização pudesse se tornar mais precisa e consciente. Além disso, a ferramenta precisaria ser incluída nas videoaulas sobre o

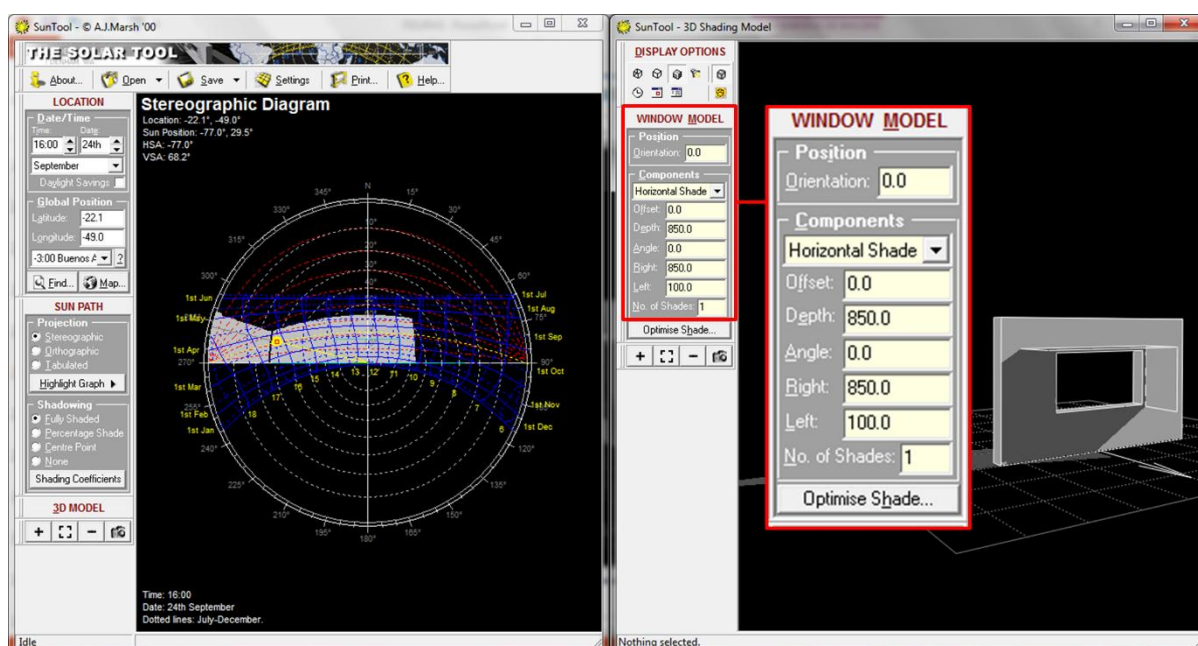
conteúdo teórico, familiarizando sua interface para os alunos antes de submetê-los ao contato durante as aulas práticas.

FIGURA 45 – Interface do programa Analysis Sol-Ar.



Fonte: Do autor, 2019.

FIGURA 46 – Interface do programa SunTool.



Fonte: Do autor, 2019.

Partindo para a regressão logística ordinal, a matriz de correlação de Kendall (Quadro 36) apontou que não houve forte correlação entre o nível cognitivo e as variáveis referentes às contribuições das ferramentas para o projeto, mas que o SOL-AR e o SunTool tiveram uma correlação positiva moderada para suas respostas. Os p-valores do teste Qui-Quadrado (Quadro 37) confirmaram a não associação entre as variáveis e o nível cognitivo. Por fim, o modelo estereótipo (Quadro 38) também apresentou p-valores que corroboram com tal resultado.

QUADRO 36 - Matriz de correlação de Kendall para as variáveis referentes a contribuição das ferramentas para a elaboração do projeto.

Variável		Nível cognitivo	CONTRIBUIÇÃO PARA O PROJETO				
			Tabulação Bioclimática	SketchUp	Cartas impressas	SOL-AR	SunTool
Nível cognitivo		1	0,161	0,179	0,269	0,163	0,035
CONTRIBUIÇÃO PARA O PROJETO	Tabulação Bioclimática	0,161	1	0,502	0,465	0,258	0,229
	SketchUp	0,179	0,502	1	0,537	0,353	0,258
	Cartas impressas	0,269	0,465	0,537	1	0,393	0,254
	SOL-AR	0,163	0,258	0,353	0,393	1	0,678
	SunTool	0,035	0,229	0,258	0,254	0,678	1

Fonte: Do autor, 2019.

QUADRO 37 - P-valor para o teste Qui-Quadrado, relacionando as variáveis referentes à contribuição das ferramentas para a elaboração do projeto com o nível cognitivo.

Variável	CONTRIBUIÇÃO PARA O PROJETO				
	Tabulação Bioclimática	SketchUp	Cartas impressas	SOL-AR	SunTool
Nível cognitivo	0,976	0,3175	0,1145	0,4026	0,7098

Fonte: Do autor, 2019.

QUADRO 38 – OR para variáveis referentes a variáveis referentes à contribuição das ferramentas para a elaboração do projeto em relação ao nível cognitivo, obtidas por meio do modelo estereótipo.

Variável	Nível cognitivo				p-valor
	1 versus 5	2 versus 5	3 versus 5	4 versus 5	
Tabulação Bioclimática	0,4708	0,7410	0,6988	0,6988	0,1639
SketchUp	0,2574	0,6276	0,5536	0,5536	0,0955
Cartas impressas	0,3865	0,7661	2,3014	0,9079	0,1264
SOL-AR	0,6077	0,7657	0,8102	0,9115	0,2194

Fonte: Do autor, 2019.

Relacionando as variáveis independentes com as nota somativas, por meio da regressão linear múltipla, o stepwise selecionou a contribuição do SOL-AR e do SunTool como variáveis explicativas. No entanto, uma vez que tais variáveis são correlacionadas, para evitar multicolinearidade, elas foram ajustadas ao modelo para as notas somativas de forma univariada (Quadro 39). Os p-valores indicaram não haver associação entre tais variáveis e as notas somativas, mesmo considerando a melhor combinação de variáveis possível.

QUADRO 39 - Resultados do modelo de regressão linear relacionando a nota somativa com as variáveis referentes a contribuição das ferramentas – projeto.

Termo	Coeficiente	EP do coeficiente	Valor - T	P-valor
Intercepto (constante) para o modelo com SOL-AR	5,8216	0,9273	6,278	<0,001 *
Contribuição para o projeto - SOL-AR	0,2961	0,2247	1,318	0,197
Intercepto (constante) para o modelo com SunTool	7,1916	0,7863	9,146	< 0,001 *
Contribuição para o projeto - SunTool	-0,06597	0,20423	-0,323	0,749
*Significativo ao nível de significância de 5%.				

Fonte: Do autor, 2019.

Relacionando o nível cognitivo com as variáveis referentes à contribuição das ferramentas para a aprendizagem, os resultados também não foram conclusivos. A matriz de correlação de Kendall (Quadro 40) aponta que não houve forte correlação entre o nível cognitivo e as variáveis independentes, mas o SOL-AR e o SunTool tiveram uma correlação fortemente positiva para suas respostas, semelhante ao constatado na análise anterior. Os p-valores do teste Qui-Quadrado (Quadro 41)

confirmaram a não associação entre as variáveis e o nível cognitivo. Como as correlações das variáveis com o nível cognitivo foram extremamente baixas, optou-se por não ajustar o modelo estereótipo, que costuma apenas confirmar esse tipo de informação.

QUADRO 40 - Matriz de correlação de Kendall para as variáveis referentes a contribuição das ferramentas – aprendizagem.

Variável		Nível cognitivo	CONTRIBUIÇÃO PARA A APRENDIZAGEM				
			Tabulação Bioclimática	SketchUp	Cartas impressas	SOL-AR	SunTool
Nível cognitivo		1	-0,226	-0,062	0,111	0,059	-0,033
CONTRIBUIÇÃO PARA A APRENDIZAGEM	Tabulação Bioclimática	-0,0226	1	0,492	0,266	0,340	0,393
	SketchUp	-0,062	0,492	1	0,305	0,197	0,235
	Cartas impressas	0,111	0,266	0,305	1	0,211	0,033
	SOL-AR	0,059	0,340	0,197	0,211	1	0,791
	SunTool	-0,033	0,393	0,235	0,033	0,791	1

Fonte: Do autor, 2019.

QUADRO 41 - P-valor para o teste Qui-Quadrado, relacionando as variáveis referentes a contribuição das ferramentas – projeto com o nível cognitivo.

Variável	CONTRIBUIÇÃO PARA A APRENDIZAGEM				
	Tabulação Bioclimática	SketchUp	Cartas impressas	SOL-AR	SunTool
Nível cognitivo	0,1241	0,1883	0,4387	0,8245	0,7171

Fonte: Do autor, 2019.

Relacionando as variáveis independentes com as nota somativas, por meio da regressão linear múltipla, o stepwise selecionou a contribuição do SOL-AR e do SunTool à aprendizagem para explicar as notas somativas. No entanto, uma vez que tais variáveis são correlacionadas, para evitar multicolinearidade, elas foram ajustadas ao modelo para as notas somativas de forma univariada (Quadro 42). Os p-valores indicaram não haver associação entre tais variáveis e as notas somativas, mesmo considerando a melhor combinação de variáveis possível.

QUADRO 42 - Resultados do modelo de regressão linear múltipla relacionando a nota somativa com as variáveis referentes a contribuição das ferramentas – projeto.

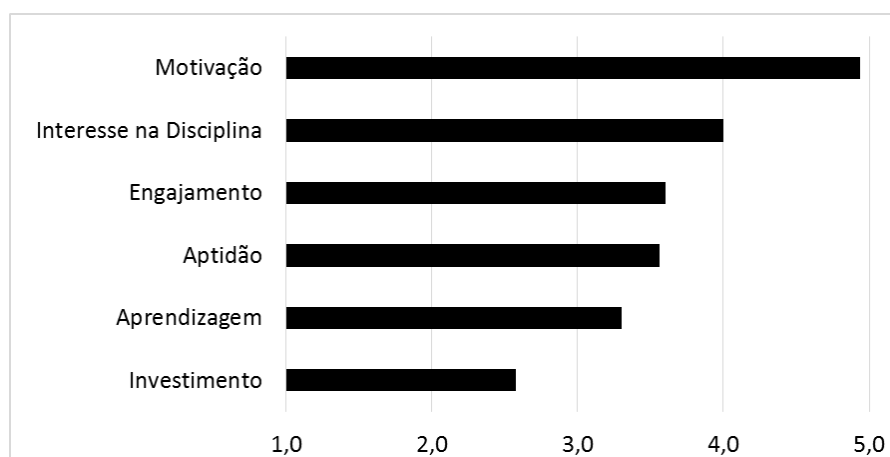
Termo	Coeficiente	EP do coeficiente	Valor - T	P-valor
Intercepto (constante) para o modelo com SOL-AR	6,4219	0,8950	7,175	<0,001 *
Contribuição para a aprendizagem - SOL-AR	0,1558	0,2387	0,653	0,519
Intercepto (constante) para o modelo com SunTool	7,3026	0,8007	9,121	< 0,001 *
Contribuição para a aprendizagem - SunTool	-0,1032	0,2201	-0,469	0,642
*Significativo ao nível de significância de 5%.				

Fonte: Do autor, 2019.

4.3.9 Autoavaliação

Os alunos se autoavaliaram quanto aos critérios “investimento na realização das atividades em sala de aula”, “engajamento no grupo, em sala de aula”, “grau de interesse na disciplina”, “resultado de aprendizagem”, “motivação para aplicar, nos próximos projetos, os conceitos e processo metodológicos apresentados”, e “aptidão para aplicar esses conceitos e métodos”. As respostas para essas questões foram tabuladas e as médias para elas (Figura 47) permitiram uma análise descritiva da autoavaliação.

FIGURA 47 – Gráfico: médias das respostas dos alunos para as questões relacionadas à autoavaliação.



Fonte: Do autor, 2019.

É possível observar que a grande maioria da turma (97%) alegou se sentir motivada para a aplicação dos conceitos e processos metodológico nos próximos

projetos, o que indica que a disciplina proporcionou responsabilidade sustentável, mesmo naqueles alunos que não atingiram bons resultados de aprendizagem.

Entretanto, a média de investimento nas atividades projetuais foi bastante baixa e, como consequência, uma parte considerável da turma não conseguiu alcançar aprendizagem e aptidão para a aplicação dos processos em projetos futuros.

Na regressão logística ordinal, inicialmente pela matriz de correlação de Kendall (Quadro 43), foi possível perceber correlação moderada entre as variáveis “aprendizagem” e “aptidão”, e entre estas e o nível cognitivo, o que corrobora com a análise descritiva anterior. Não foi possível incluir a variável “Motivação” na matriz de correlação devido à ausência de variabilidade para as respostas referentes a ela (apenas um aluno respondeu não estar totalmente motivado). No entanto, no teste Qui-Quadrado (Quadro 44) foi possível verificar não haver associação entre esta variável e o nível cognitivo. Ainda de acordo com o teste Qui-Quadrado, apenas a Aprendizagem estaria associada aos níveis cognitivos. Sendo assim, ela foi incluída no modelo estereótipo como explicativa para a variável dependente.

QUADRO 43- Matriz de correlação de Kendall para as variáveis referentes a contribuição dos meios de aprendizagem.

Variável	Nível cognitivo	Interesse na disciplina	Investimento	Engajamento	Aprendizagem	Aptidão
Nível cognitivo	1	-0,136	0,176	0,052	0,568	0,433
Interesse na disciplina	-0,136	1	-0,351	-0,020	-0,118	0,085
Investimento	0,176	-0,351	1	0,063	0,221	0,040
Engajamento	0,052	-0,020	0,063	1	0,083	0,033
Aprendizagem	0,568	-0,118	0,083	0,083	1	0,541
Aptidão	0,433	0,040	0,033	0,033	0,541	1

Fonte: Do autor, 2019.

QUADRO 44 - P-valor para o teste Qui-Quadrado, relacionando as variáveis referentes a autoavaliação com o nível cognitivo.

Variável	Interesse na disciplina	Investimento	Engajamento	Aprendizagem	Aptidão	Motivação
Nível cognitivo	0,2558	0,5552	0,4493	0,02533*	0,1965	0,7716
*Significativo ao nível de significância de 5%.						

Fonte: Do autor, 2019.

Conforme os resultados do modelo estereótipo (Quadro 45), realmente a Aprendizagem tem uma associação significativa com os níveis cognitivos. À medida que o nível cognitivo aumenta, a aprendizagem também aumenta. Isto porque, na comparação da aprendizagem em cada nível cognitivo com o nível mais alto (5), as OR foram todas menores que 1, e aumentaram em cada nível, com essa relação possuindo um p-valor de 0,015 (1%).

QUADRO 45 - OR para a autoavaliação, obtidas por meio do modelo estereótipo.

Variável	Nível cognitivo				p-valor
	1 versus 5	2 versus 5	3 versus 5	4 versus 5	
Aprendizagem	0,0245	0,07153	0,1753	0,5389	0,01514*
*Significativo ao nível de significância de 5%.					

Fonte: Do autor, 2019.

Relacionando as variáveis independentes com as nota somativas, por meio da regressão linear logística, o *stepwise* relacionou as notas somativas apenas com a Aprendizagem, com um coeficiente de determinação (R^2) de 0,331. Os resultados para o modelo ajustado (Quadro 46) indicam que, à medida que se aumenta 1 ponto na aprendizagem, a nota somativa aumenta em 1,2 pontos.

QUADRO 46 - Resultados do modelo de regressão linear relacionando a nota somativa com as variáveis referentes autoavaliação.

Termo	Coeficiente	EP do coeficiente	Valor - T	P-valor
Intercepto	3,0828	1,0507	2,934	0,006247*
Aprendizagem	1,2015	0,3068	3,916	0,000461*
*Significativo ao nível de significância de 5%.				

Fonte: Do autor, 2019.

Os resultados para os modelos de regressão logística e regressão linear indicam, conjuntamente, que os alunos possuíram plena consciência de seus resultados de aprendizagem, mesmo antes de receberem as notas das provas e dos projetos. A não associação com o investimento, no entanto, pode ser atribuída ao fato de que alguns alunos obtiveram bons resultados de aprendizagem pelo estudo remediador, mesmo não tendo se aplicado suficientemente nas atividades projetuais desenvolvidas em sala de aula.

4.4 Síntese dos Resultados e Sugestões para Futuras Aplicações

Neste tópico serão descritas as principais conclusões da pesquisa, referentes à estratégia de ensino proposta, com evidência para as constatações estatisticamente significativas e, assim, generalizáveis para além da amostra de estudo. As demais conclusões foram obtidas no âmbito descritivo, se limitando à amostra de estudo, porém ainda importantes como precedentes para investigações futuras.

Quanto aos estilos de aprendizagem, duas dimensões foram identificadas como determinantes: sequencial/global e sensorial/intuitivo. Corroborando com a hipótese inicial, foi possível observar maior adaptação ao método, com melhores resultados de aprendizagem, por alunos mais inclinados ao estilo sequencial do que ao global, provavelmente devido ao caráter sequencial do método proposto. Já na dimensão sensorial/intuitivo, foi possível observar maior adaptação por alunos equilibrados aos dois estilos, considerando que, enquanto o conteúdo da disciplina possui forte inclinação para o caráter sensorial, as atividades práticas propostas em sala de aula exigiram uma estruturação de raciocínio também intuitiva para o alcance de abstração e metacognição. Evidencia-se que a divisão dos grupos foi feita a critério dos próprios alunos, de forma não manipulada. Em próximas aplicações, essa divisão pode ser arbitrária, considerando a combinação de alunos com estilos de aprendizagem diferentes, principalmente no que diz respeito à dimensão sensorial/intuitivo.

A metodologia da Sala de Aula Invertida foi bem aceita por boa parte da turma, principalmente pelo fato de permitir a revisão do conteúdo e o controle do seu ritmo de estudo e, ao mesmo tempo, possibilitar a aplicação, discussão e debate desse conteúdo em sala de aula. A não aceitação foi atribuída à dificuldade inicial de adaptação ao método, ao curto tempo para o desenvolvimento das atividades em sala de aula e, principalmente, ao tempo demandado para os estudos extraclasse, não disponível na rotina dos alunos. De fato, foi constatado que, em média, os estudos extraclasse demandaram mais de 1 hora por dia da rotina dos alunos, enquanto o tempo geralmente dedicado para esses estudos ficava em torno de 30 minutos a 1 hora. Isso leva à primeira sugestão de alteração na estratégia de ensino aplicada: diluir o conteúdo extraclasse em mais semanas de aula, paralelamente ao aumento da carga horária para as atividades em sala de aula (discutido nos próximos parágrafos).

Os resultados de autoavaliação dos alunos indicam que eles adquiriram a responsabilidade e motivação para a aplicação do conteúdo e dos processos metodológicos em futuros projetos. Entretanto, uma parcela considerável alegou não se sentir apta para isso, autoavaliando sua aprendizagem como baixa. Em paralelo, os níveis de investimento nas atividades projetuais em sala de aula também foram baixos. No mesmo sentido, **a autoavaliação de aprendizagem apresentou alta correlação com os resultados de aprendizagem, tanto pelas notas somativas, quanto pelos níveis cognitivos⁸**, o que indica um processo de aprendizagem consciente, por parte dos alunos. No entanto, não foi possível identificar associação estatística entre os resultados de aprendizagem e a autoavaliação de investimento em sala de aula, o que indica que alguns alunos obtiveram bons resultados de aprendizagem pelo estudo remediador, mesmo não tendo se aplicado suficientemente nas atividades projetuais propostas em sala de aula.

A mudança de comportamento na preparação para as aulas, exigida pela metodologia da Sala de Aula Invertida, foi determinante nos resultados de aprendizagem dos alunos⁹. Assim, alunos que se preparam antes das aulas tiveram condições de acompanhar melhor as atividades projetuais desenvolvidas em sala de aula, podendo alcançar melhores resultados de aprendizagem, uma vez que estas, e não apenas o estudo individual, poderiam garantir a maior fixação do conteúdo e o alcance de maiores graus de abstração. **No mesmo sentido, dentre os instrumentos de aprendizagem presentes no método, as videoaulas e o exercícios de fixação foram extremamente significativos como contribuição para o resultado de aprendizagem, explicando 95% da variabilidade das notas ($R^2 = 0,9485$)¹⁰**. Os exercícios de fixação foram os instrumentos mais determinantes na preparação para as atividades a serem desenvolvidas em sala de aula e, ao mesmo tempo, serviram como avaliação formativa dos alunos para o professor. No entanto, contrariamente, **as videoaulas foram mais contribuintes como instrumento remediador, sendo mais consultadas após a constatação de dificuldades nas**

⁸ Generalizável: estatisticamente significativa a nível de significância de 5%, pela regressão linear múltipla e pela regressão logística ordinal.

⁹ Generalizável: estatisticamente significativa a nível de significância de 5%, pela regressão linear múltipla.

¹⁰ Generalizável: estatisticamente significativa a nível de significância de 5%, pela regressão linear múltipla.

atividades práticas e como preparação para a prova¹¹. De fato, os alunos que assistiram mais vezes às videoaulas foram aqueles com bons desempenhos nos exercícios da prova, mas maus desempenhos nas atividades projetuais desenvolvidas em sala de aula. Essa constatação é corroborada pelo fato de que **a contribuição das videoaulas na preparação para a prova se tornou menos significativa conforme o aluno atingia níveis cognitivos mais altos¹²**, uma vez que, para atingir esses níveis, a resolução dos exercícios de fixação e a aplicação nas atividades projetuais em sala de aula foram mais determinantes.

Ao se analisar a frequência de visualização das videoaulas, observou-se, pelos resultados da regressão logística ordinal, que, em geral, embora indivíduos com níveis cognitivos mais altos (e com bons desempenhos projetuais) tenham assistido, geralmente, menos vezes os conteúdos, os indivíduos com níveis cognitivos mais baixos não necessariamente assistiam mais vezes. Assim, os alunos que atingiram maiores resultados de aprendizagem e, ao mesmo tempo, obtiveram bom desempenho nos projetos entregues, precisaram assistir às videoaulas por menos vezes, o que significa que, nesses casos, as videoaulas foram utilizadas como instrumento de preparação. Já os alunos que obtiveram bons resultados de aprendizagem, mas, ao mesmo tempo, desempenho insatisfatório nos projetos entregues, precisaram, em sua maioria, assistir às videoaulas por mais vezes, o que sugere que, nesses casos, as videoaulas foram utilizadas como instrumento remediador. Essa importante constatação indica que a adequada preparação para as aulas e a aplicação rigorosa nas atividades projetuais desenvolvidas em sala de aula, além de possibilitarem que os alunos alcançassem maiores níveis cognitivos e de abstração, resultaram em menores demandas de tempo para os estudos extraclasse.

Quanto à dificuldade enfrentada pelos alunos ao assistirem às videoaulas, foi possível observar uma ascendência, a cada módulo, até o módulo 10, **para qual a dificuldade foi considerada determinante para os resultados de aprendizagem¹³**, o que se justifica pelo fato de que, nesse módulo, assim como no módulo 9, são

¹¹ Generalizável: estatisticamente significativa a nível de significância de 5%, pela regressão linear múltipla e pela regressão logística ordinal.

¹² Generalizável: estatisticamente significativa a nível de significância de 5%, pela regressão logística ordinal.

¹³ Generalizável: estatisticamente significativa a nível de significância de 5%, pela regressão linear múltipla.

explicados os processos metodológicos para o projeto de proteções solares, sintetizando todo o conteúdo anterior.

Observou-se que a frequência de visualizações acompanhou a dificuldade enfrentada nas videoaulas até o módulo 6, se divergindo a partir dele, o que indica que esse módulo foi um ponto chave para a dualidade “desinteresse em assistir” e “dificuldade enfrentada”, identificada nos próximos módulos. Assim, constatou-se que, provavelmente, o nível de abstração exigido pela atividade equivalente a este módulo (máscaras de sombra para o entorno edificado), uma das mais negligenciadas nos projetos entregues, tenha sido maior do que a abstração exigida pelas próximas, tornando-a inadequada para o momento em que foi inserida no processo projetual.

Em paralelo, foi possível observar que o tempo de duração das aulas (maior nos últimos módulos) também contribuiu para o desestímulo em assisti-las. As comparações entre duração das videoaulas e quantidade de visualizações, tanto para a amostra de estudo, quanto para o público geral, indicam que, de fato, os vídeos não devem conter mais do que 15 minutos e que, quando isso acontecer, uma fragmentação do conteúdo é necessária, garantindo a facilidade de continuidade nos estudos. No entanto, enquanto os conteúdos de caráter conceitual podem ser facilmente adaptados em vídeos com essa duração, os conteúdos procedurais (referentes aos últimos módulos) são dificilmente adaptáveis, uma vez que consistem em explicações sobre processos difíceis de serem fragmentados, como no caso do projeto de proteções solares. Acredita-se que o livro didático (BITTENCOURT, 2004), apesar de uma alternativa, pode não ser a melhor solução nesse caso, por apresentar processos e ilustrações difíceis de serem processados, sem o auxílio do professor, o que é corroborado pelo fato de que a maioria dos alunos alegou não utilizar esse meio de aprendizagem (Figura 35). Assim, assume-se como uma possível solução, a adoção de mídias complementares, como o uso de esquemas gráficos associados a textos curtos em PDF, elaborados pelo professor, que facilitem o estudo por etapas.

Outra consideração importante, constatada por Dotta et al. (2013), é o fato de que, apesar de boa parte dos professores não se sentir confortável em expor sua face diante das câmeras, os alunos apresentam predileção pelo aparecimento de sua imagem nos vídeos, e não apenas pela sua narração, uma vez que isso alivia a sensação de distanciamento por estarem separados fisicamente. Assim, o fato de as videoaulas terem sido gravadas apenas por captura de tela e narração do professor

pode ter contribuído ainda mais para o desinteresse em assisti-las, principalmente nos módulos de maior duração.

Portanto, caso o professor tenha interesse em utilizar vídeos gravados por outras pessoas, é importante se atentar aos seguintes critérios durante a seleção:

- Os vídeos devem ser curtos, com, no máximo, 15 minutos de duração;
- Os vídeos devem contar com a aparição do professor, e não apenas com sua narração;
- Deve ser avaliada a dicção e desenvoltura do autor dos vídeos, assim como a clareza e proficiência quanto ao conteúdo abordado e a continuidade das gravações (poucos cortes);
- A fragmentação do conteúdo deve ter sido feita de forma gradual e sequencial, expondo o conteúdo em ordem crescente de complexidade e apresentando os conceitos mais básicos primeiro, partindo depois para os conteúdos procedurais;
- No caso do conteúdo referente à geometria solar, é preferível que os vídeos sejam embasados em livros aprofundados sobre o tema, como o de Bittencourt (2004), e não apenas em bibliografias básicas e superficiais sobre o assunto;
- A sequência de módulos dos vídeos pode ser a mesma utilizada nesta pesquisa, exceto pela posição do vídeo sobre máscaras de sombra do entorno edificado (maior grau de abstração), o qual deve estar inserido após as explicações sobre as máscaras de sombra para as proteções solares (menor grau de abstração).

Quanto às atividades projetuais desenvolvidas em sala de aula e apresentadas nos projetos entregues, a que alcançou o maior êxito foi o estudo das máscaras de sombra para as proteções solares, feito por meio da estratégia colaborativa *Jigsaw Technique*. No entanto, apesar da *Jigsaw Technique* ter se mostrado um instrumento determinante para o compartilhamento de conhecimentos e dificuldades entre os alunos, foi possível constatar que boa parte deles não adquiriu total domínio sobre esses estudos, uma vez que nenhum dos grupos apresentou adaptação dessas máscaras às suas realidades de projeto, e que **as pontuações de eficácia atribuídas para essa atividade foram diretamente proporcionais às suas notas somativas**¹⁴. Dessa forma, as máscaras de sombra muito bem executadas,

¹⁴ Generalizável: estatisticamente significativa a nível de significância de 5%, pela regressão linear múltipla.

presentes mesmo nos projetos com menor desempenho, podem ter sido introduzidas de forma mecânica, não representando a compreensão desses grupos sobre elas.

As atividades que alcançaram menor êxito foram os estudos de máscara de sombra do entorno edificado, a integração dessas máscaras com as máscaras das proteções solares (seguida pelo mapeamento térmico do formato de implantação), os estudos de arranjo funcional, e a síntese arquitetônica final dos projetos. Como já apontado, os estudos de máscaras de sombra do entorno edificado exigiram maior grau de abstração dos alunos do que os estudos de máscaras de sombra das proteções, que por serem realizados de forma colaborativa, possibilitaram a troca de conhecimento entre os alunos mais e menos engajados. Assim, uma alteração importante é a inversão da ordem cronológica dessas duas atividades, assim como da ordem dos vídeos equivalentes a elas, de modo que os grupos possam se ajudar primeiro em uma atividade menos complexa (máscaras de sombra para as proteções solares), para depois enfrentarem de forma autônoma uma atividade com maior grau de complexidade (máscaras de sombra do entorno edificado).

A negligência para a integração entre as máscaras de sombra pode ser justificada tanto pela dificuldade enfrentada nos estudos de máscaras do entorno, quanto pelo tempo limitado que precisou ser dedicado para as duas atividades (apenas 1,5 hora/aula para cada uma delas). Assim, sugere-se aumentar o tempo de cada atividade para, no mínimo, 3 horas/aula.

Já as limitações referentes ao arranjo funcional e à síntese arquitetônica final, mesmo nos projetos com melhor distribuição bioclimática do programa de necessidades, demonstram, ao mesmo tempo, a dificuldade dos alunos em se preocupar simultaneamente com os requisitos bioclimáticos e os demais requisitos funcionais de projeto, e a preocupação dos mesmos em não tornar os processos ainda mais complexos do que já são. Constatou-se que usar o repertório do aluno de projeto escolar adquirido em uma disciplina anterior pode não ter sido a melhor alternativa. Isso significa que a pedagogia integrada pode ser perigosa, uma vez que não se garante que o professor anterior tenha assumido uma preocupação significativa com os aspectos bioclimáticos, mesmo que simplificados, ou até funcionais.

Assim, como solução para os problemas e garantia de autonomia da disciplina Conforto Ambiental, sugere-se:

- A solicitação de 3 propostas de formatos de implantação, ao invés de apenas uma, condicionando os alunos a explorarem todas as possibilidades antes de

seguirem para as etapas seguintes. As propostas devem ser analisadas, justificadas e, no fim, avaliadas, selecionando-se a melhor delas de forma segura e consciente.

- Inserção de avaliações parciais do projeto (avaliações formativas), por parte dos alunos, durante o seu desenvolvimento. Além de serem imprescindíveis para a definição do formato de implantação ideal, essas avaliações poderiam ser determinantes entre as etapas de desenvolvimento do anteprojeto e do projeto de proteções solares, para a identificação de adequações funcionais necessárias e comparações com os requisitos bioclimáticos previamente estabelecidos.

- Ao invés de se utilizar do método baseado em precedentes relacionado aos projetos já desenvolvidos, utilizá-lo com a inserção de atividades de análises de projetos correlatos que tenham alcançado altos níveis de desempenho funcional, térmico e energético, e, ao mesmo tempo, altos níveis de abstração, estimulando o pensamento análogo entre as etapas do processo projetual (KOWALTOWSKI; BIANCHI; PETRECHE, 2011). Essas atividades poderiam ocorrer em dois momentos: antes dos estudos de formato de implantação, observando a relação entre as volumetrias dos edifícios e a geometria solar; e antes dos estudos de máscaras de sombra para os seus contextos projetuais, observando como os ambientes são posicionados nos projetos e como se dão as composições das proteções solares, em relação às máscaras de sombra equivalentes.

O Quadro 47 apresenta uma síntese das alterações propostas. Obviamente, a nova estruturação, com inclusão de novas atividades e adequação do tempo demandado para as já aplicadas, exigiria um tempo total maior para a estratégia, de aproximadamente 30 horas/aula, o dobro do tempo anteriormente utilizado. A decisão de agrupar algumas atividades em períodos de 6 horas/aulas (dois dias de aula) foi tomada para permitir maior flexibilidade em seu desenvolvimento, considerando a desenvoltura individual de cada grupo. Mesmo com a diluição do período de desenvolvimento das atividades, não foi possível escapar do agrupamento de videoaulas a serem assistidas semanalmente, principalmente pelo fato de que muitas delas são complementares e conjuntamente importantes para o desenvolvimento de mais de um atividade.

QUADRO 47 – Nova proposta estratégica em comparação com a aplicada.

ESTRATÉGIA APLICADA					PROPOSTA DE NOVA ESTRATÉGIA			
ESTUDO EXTRACLASSE		ATIVIDADE EM SALA			ATIVIDADE EM SALA		ESTUDO EXTRACLASSE	
MÓD	CONTEÚDO	ATIVIDADE	DURAÇÃO		DURAÇÃO	ATIVIDADE	CONTEÚDO	MÓD
1	Conforto Ambiental e Variáveis Ambientais (11m29s)	[1] Identificação das estratégias ideais para a cidade de Marília-SP	3 horas/aula		3 horas/aula	[1] Identificação das estratégias ideais para a cidade de Marília-SP	Conforto Ambiental e Variáveis Ambientais (11m29s)	1
2	Diagrama de Givoni e Estratégias Bioclimáticas (14m15s)	[2] Tabulação bioclimática do programa de necessidades				[2] Tabulação bioclimática do programa de necessidades	Diagrama de Givoni e Estratégias Bioclimáticas (14m15s)	2
3	Geometria Solar e Cartas Solares (14m53s)					[Pensamento Análogo] Análises dos projetos correlatos quanto ao formato de implantação e volumetria	Geometria Solar e Cartas Solares (14m53s)	3
4	Proteções Solares e Transferidor de Ângulos (15m40s)	[3] Estudo de influência de sombra do entorno edificado			6 horas/aula	[3] Estudo de influência de sombra do entorno edificado	Proteções Solares e Transferidor de Ângulos (15m40s)	4
5	Sombreamento: necessidades térmicas e luminicas (19m58s)	[4] Definição do formato de implantação (esboço)			3 horas/aula	[4] Estudo do formato de implantação (esboço - 3 propostas) [Autoavaliação] Definição da proposta mais adequada	Sombreamento: necessidades térmicas e luminicas (19m58s)	5
6	Máscaras de Sombra: Barreiras do Entorno Edificado (14m43s)	[5] Estudo das máscaras de sombra para o entorno edificado				[Pensamento Análogo] Análises dos projetos correlatos quanto ao posicionamento dos ambientes e soluções de proteções solares	Máscaras de Sombra: Proteções Solares - Parte 1 (15m00s)	6
7	Máscaras de Sombra: Proteções Solares - Parte 1 (15m00s)	[6] Estudo das máscaras de sombra ideais para cada face do formato de implantação (Jigsaw Technique)			3 horas/aula	[5] Estudo das máscaras de sombra ideais para cada face do formato de implantação (Jigsaw Technique)	Máscaras de Sombra: Proteções Solares - Parte 2 (17m44s)	7
8	Máscaras de Sombra: Proteções Solares - Parte 2 (17m44s)	[7] Mapeamento térmico do formato de implantação (esboço)			3 horas/aula	[6] Estudo das máscaras de sombra para o entorno edificado	Máscaras de Sombra: Barreiras do Entorno Edificado (14m43s)	8
-	-	[8] Desenvolvimento do projeto (anteprojecto)	Atividade para casa		6 horas/aula	[7] Mapeamento térmico do formato de implantação (esboço) [8] Desenvolvimento do projeto (anteprojecto)	-	-
9	Projeto de proteções solares - Parte 1 (29m06s)	[9] Projeto das proteções solares (detalhamento)	6 horas/aula			[Autoavaliação] Adequações funcionais e comparações com os requisitos bioclimáticos	Projeto de proteções solares - Parte 1 (29m06s)	9
10	Projeto de proteções solares - Parte 2 (29m15s)					[9] Projeto das proteções solares (detalhamento)	Projeto de proteções solares - Parte 2 (29m15s)	10

Quanto à contribuição das ferramentas, foi possível constatar que as cartas solares impressas e o SketchUp foram as maiores contribuintes para as etapas projetuais e para o processo de aprendizagem. A maior contribuição das cartas solares impressas pôde ser atribuída à sua maior flexibilidade de manuseio, maior possibilidade de envolvimento pessoal, e adaptação para os alunos que não possuíam notebook, o que as torna ideal para os dois processos de análise (máscaras de sombra das proteções solares e máscaras de sombra do entorno), individualmente, ou de forma integrada. Já a alta contribuição do SketchUp pôde ser atribuída à facilidade que o programa oferece para a modelagem e, ao mesmo tempo, para os estudos de sombreamento tridimensional. Entretanto, a ferramenta não proporciona contribuições para a compreensão integrada entre realidade física (representações em perspectiva) e projeção estereográfica nas cartas solares.

A tabulação bioclimática, apesar de não ter contribuído significativamente ao processo de aprendizagem, se mostrou essencial como ferramenta de associação entre os indicadores de conforto térmico atribuídos ao programa arquitetônico e a materialização arquitetônica dos espaços, com base nesses indicadores.

Por fim, as ferramentas identificadas como menos contribuintes, tanto para as etapas projetuais, quanto para o processo de aprendizagem, foram o Analysis SOL-AR e o SunTool. O Analysis Sol-Ar foi bem utilizado para os estudos das máscaras de sombra para as proteções solares, principalmente devido à sua precisão na definição de máscaras de sombra com o uso dos ângulos limitadores. Entretanto, o programa apresenta possibilidade limitada de inserção de ângulos por vez (dois de cada, para cada lado), o que dificulta sua utilização na elaboração de máscaras de sombra de entornos edificados mais complexos. Já o SunTool, apesar de apresentar grande potencial para os estudos propostos, uma vez que apresenta a relação física-estereográfica que o SketchUp não apresenta, possui uma interface limitada, que dificulta a modelagem arquitetônica, ao contrário do SketchUp. Assim, evidencia-se a importância de substituí-lo por alguma ferramenta que apresente a mesma relação simultânea entre realidade física e projeção estereográfica, porém com possibilidades de modelagens próximas às apresentadas pelo SketchUp, além de incluir essa ferramenta nas explicações das videoaulas, de modo a tornar seu manuseio mais autônomo e consciente, por parte dos alunos.

Conclui-se que todas as ferramentas de representação da geometria solar que usam restritamente a projeção estereográfica apresentam dificuldades para o

desenvolvimento de superfícies que não sejam horizontais ou verticais e de planos que não sejam paralelos ou ortogonais à fachada em estudo, inicialmente porque é muito difícil lançar na projeção estereográfica planos que não sejam horizontais ou verticais e, em segundo lugar, porque as informações da carta solar são angulares, enquanto as das interfaces de desenvolvimento de projeto (do lápis e papel aos programas computacionais) são predominantemente lineares. Dessa forma, alternativas de sombreamento geradas exclusivamente a partir delas tendem a ser bastante simples, apesar de conscientes, o que compromete o nível de abstração apresentado nos projetos.

Em contrapartida, ferramentas computacionais de representação estereográfica integradas a interfaces gráficas de modelagem tridimensional podem facilitar a inserção e o manuseio de planos mais complexos. No entanto, para que essas ferramentas possuam eficácia, é necessário que permitam uma modelagem flexível, e não limitada à inserção de dados numéricos referentes às características físicas do modelo, como no caso do SunTool. Além disso, sua utilização só será consciente se os alunos já possuírem proficiência na leitura das cartas solares e das máscaras de sombra, o que torna as ferramentas de representação da geometria solar indispensáveis para o processo de aprendizagem como um todo.

5 CONCLUSÕES

Diante da atual lacuna entre o ensino dos conceitos bioclimáticos e da geometria solar e a sua efetiva aplicação nos projetos arquitetônicos, por parte dos alunos de cursos de graduação em Arquitetura e Urbanismo, essa pesquisa se voltou para a investigação de uma estratégia de ensino que pudesse, de forma independente no quadro curricular, desenvolver habilidades práticas nesses alunos, de modo que fossem capazes de utilizar, com responsabilidade e autonomia, o conhecimento adquirido na resolução de problemas arquitetônicos diversos.

Com a revisão bibliográfica apresentada no segundo capítulo, foi possível analisar a conjuntura do ensino do conforto ambiental nos cursos de Arquitetura e Urbanismo brasileiros, assim como identificar as particularidades práticas e pedagógicas que dificultam a integração entre a teoria bioclimática e a prática projetual. Paralelamente, foi possível compreender como a metodologia ativa da Sala de Aula Invertida poderia ser utilizada para minimizar essa lacuna, ao possibilitar a integração pedagógica do processo projetual como instrumento de desenvolvimento cognitivo.

Assim, foi possível planejar uma estratégia de ensino baseada nos pressupostos levantados e aplicá-la em um estudo de caso real. No entanto, foi necessário se adaptar às limitações referentes à ausência de um laboratório de conforto ambiental preparado para receber as atividades, à disponibilidade de apenas uma turma de 35 alunos como sujeitos da pesquisa, e ao pouco tempo disponível para a aplicação do estudo de caso (apenas um bimestre).

Após a aplicação da estratégia, os alunos foram avaliados por meio de prova bimestral e pelos projetos desenvolvidos durante a disciplina. Os resultados de aprendizagem foram mensurados quantitativamente, por meio de notas somativas, e qualitativamente, por meio de classificação dos níveis cognitivos, utilizando a Taxonomia de Bloom.

Através das possibilidades proporcionadas pela metodologia ativa da Sala de Aula Invertida, foi possível constatar que, de fato, o processo projetual, integrado como instrumento para o ensino da arquitetura bioclimática e da geometria solar, pode contribuir significativamente ao resultado de aprendizagem e ao nível cognitivo atingido pelos alunos. No entanto, poucos projetos foram considerados satisfatórios e, mesmo nos melhores casos, em que os conceitos e processos metodológicos

relacionados à arquitetura bioclimática e à geometria solar foram corretamente aplicados, os níveis de abstração alcançados foram baixos, com propostas muitos simples e, muitas vezes, com deficiências funcionais. Dito isso, a pesquisa se aprofundou nas particularidades (variáveis independentes presentes no processo) que podem ter interferido nos resultados de aprendizagem, identificando as limitações, lacunas e alterações necessárias para que a estratégia possa ser mais eficaz, em futuras aplicações.

A Taxonomia de Bloom se mostrou extremamente importante como instrumento de planejamento da disciplina e dos meios de avaliação, considerando a necessidade de se almejar objetivos instrucionais com altos níveis de abstração, e não apenas baseados na assimilação mecânica do conteúdo. No entanto, esse instrumento se mostrou pouco útil na investigação das demais particularidades do processo educativo. Nas análises estatísticas, foi possível verificar maior aderência das variáveis independentes às notas somativas do que aos níveis cognitivos identificados pela Taxonomia de Bloom, principalmente pelo fato de o segundo meio de avaliação apresentar menor variabilidade dentro de sua escala de pontuação, o que exigiria um número amostral maior.

Entretanto, os valores para as notas somativas se distribuíram de maneira consideravelmente linear nos grupos de níveis cognitivos e, assim, os resultados estatisticamente significativos para as correlações entre as variáveis independentes e os níveis cognitivos (pela regressão logística ordinal) e entre elas e as notas somativas (pela regressão linear múltipla) foram coincidentes. Isso indica que os resultados obtidos, mesmo apenas para as regressões lineares, também poderiam ser obtidos pelas regressões logísticas, caso o número amostral fosse maior. Assim, salienta-se que outras questões podem ter sido significativas, mas não foram identificadas pela falta de evidências suficientes para que elas pudessem emergir, resultado de um tamanho amostral limitado (apenas 35 alunos), considerando a disponibilidade de apenas uma turma para a aplicação da estratégia proposta. Futuros estudos, com amostras maiores, poderão retificar ou acrescentar novas evidências a esses resultados.

A principal limitação identificada na metodologia da Sala de Aula Invertida em si foi o fato de boa parte dos alunos não se preparar adequadamente para as atividades que seriam desenvolvidas em sala de aula, utilizando as videoaulas apenas para o estudo remediador, durante ou após as atividades propostas. Isso

impossibilitou o andamento da disciplina de forma homogênea entre os grupos, fazendo com que muitos deles se atrasassem nas atividades e, assim, adquirissem maior resistência para com elas, apresentando projetos não satisfatórios. Constatou-se que esse problema estava muitas vezes ligado à não exequibilidade dos estudos extraclasse exigidos, em relação ao tempo comumente dedicado para isso, e à estranheza à nova metodologia proposta, a qual exigia uma total mudança de comportamento, no que diz respeito à disciplina e autonomia nos estudos fora da sala de aula. No entanto, foi possível perceber que os alunos com bons desempenhos de aprendizagem, mas maus desempenhos nos projetos, perderam muito mais tempo com os estudos remediadores do que aqueles que realizaram os estudos preparatórios, o que provavelmente resultará em uma mudança de postura para próximas experiências.

É importante ressaltar a comprovação desta pesquisa de que, apesar de o método proposto estimular a autonomia dos alunos em relação aos estudos preparatórios, não minimiza a importância do professor em sala de aula. Pelo contrário, a tutoria em sala de aula se torna ainda mais necessária e o professor precisa ser muito mais presente e consciente quanto às potencialidades e dificuldades de cada aluno, considerando o papel fundamental do desenvolvimento projetual (prático) para a fixação do conteúdo, o qual dispensa o estudo remediador e mecânico.

Outra limitação do método diz respeito à dificuldade de adaptação das videoaulas ao conteúdo abordado. Constatou-se que a duração ideal para cada videoaula seria de aproximadamente 15 minutos, corroborando com as indicações da literatura. No entanto, os conteúdos procedurais (referentes aos últimos módulos) são dificilmente adaptáveis a essa duração e, ao mesmo tempo, difíceis de serem fragmentados. Foi sugerida, então, a utilização de mídias complementares, com o uso de esquemas gráficos associados a textos curtos em PDF. Em paralelo, sugeriu-se que as videoaulas fossem regravadas, com o uso da imagem do professor, aliviando a sensação de distanciamento e, assim, diminuindo a resistência dos alunos em assisti-las, mesmo nos módulos com maiores durações.

Foi possível observar que, no estudo preparatório, apenas as videoaulas não foram suficientes, sendo importante evidenciar o papel crucial dos exercícios de fixação dentro do processo de aprendizagem, uma vez que, através deles, os alunos se autoavaliavam quanto ao domínio do conteúdo, identificavam dúvidas e, ao mesmo

tempo, permitiam ao professor o diagnóstico prévio de aprendizagem individual, facilitando a tutoria em sala de aula.

Por outro lado, o estudo mediador em sala de aula não foi bem sucedido, devido ao pouco tempo destinado para a execução de cada atividade projetual. Os alunos que se juntavam para assistir aos vídeos e resolver os exercícios de fixação em sala de aula perdiam boa parte das atividades projetuais, e dificultavam o diagnóstico prévio sobre suas dificuldades, por parte do professor. Nesse sentido, a atividade colaborativa *Jigsaw Technique* apresentou grande contribuição, uma vez que possibilitou e impulsionou o compartilhamento de dúvidas e conhecimentos entre os alunos mais e menos preparados, sem que as atividades projetuais precisassem ser interrompidas. Isso evidencia a elevada importância de atividades colaborativas como essa, como instrumentos complementares para a Sala de Aula Invertida. Em paralelo, constatou-se que a divisão dos grupos pelo professor, de forma arbitrária, combinando alunos com estilos de aprendizagem diferentes (principalmente quanto à dimensão “sensorial/intuitivo”), poderia contribuir para uma maior heterogeneidade dos grupos quanto às potencialidades e fragilidades de cada aluno, referentes ao conteúdo abordado e à metodologia utilizada.

Quanto à estruturação do conteúdo da disciplina, e sistematização do processo projetual como instrumento de aprendizagem, também foi possível identificar as principais lacunas e, assim, apontar sugestões para próximas aplicações, das quais se destacam:

- Inversão da ordem de aplicação dos conteúdos “Máscaras de Sombra: Barreiras do Entorno Edificado” e “Máscaras de Sombra: Proteções Solares”, considerando o maior nível de abstração exigido pela atividade projetual referente ao primeiro módulo, em detrimento à atividade referente ao segundo;
- Aumento de carga horária dedicada para algumas atividades, facilitando seu acompanhamento pelos grupos com maiores dificuldades;
- Utilização do método baseado em precedentes por meio de análises de projetos correlatos que apresentem proporcionalidade entre os desempenhos bioclimático, funcional e volumétrico, estimulando o pensamento análogo entre as etapas do processos projetual;
- Inclusão de avaliações parciais dos projetos desenvolvidos, em etapas específicas, possibilitando que a avaliação formativa não se concentre apenas no âmbito do conhecimento adquirido, mas também da habilidade de aplicação;

- Utilização do programa Analysis Sol-Ar apenas como auxílio para o projeto de proteções solares, e não para a identificação de máscaras de sombra do entorno edificado;

- Substituição da ferramenta SunTool por alguma ferramenta que apresente a mesma relação simultânea entre realidade física (representações em perspectiva) e projeção estereográfica, porém com possibilidades de modelagens próximas às apresentadas pelo SketchUp. Evidencia-se no entanto que, até o presente momento, não foi identificada uma ferramenta com tal funcionalidade.

Apesar dos vários aspectos investigados e concluídos nesta pesquisa, alguns resultados levaram a novos e importantes questionamentos, os quais merecem ser investigados em futuras pesquisas:

- Considerando o caráter técnico e metódico do conteúdo da disciplina de conforto, e a necessidade de se trabalhar em uma lógica consciente e pragmática para a sua aplicação, como sua integração ao processo projetual pode ser mais articulada, criativa e intuitiva, gerando projetos com maiores qualidades arquitetônicas e criando nos alunos a verdadeira paixão pela arquitetura?

- Quais ferramentas computacionais de auxílio à tomada decisão podem contribuir para essa dualidade entre desenvolvimento pragmático e estímulo criativo? É possível que exista tal ferramenta que associe a linguagem angular da projeção estereográfica com a linguagem linear da projeção tridimensional? Quais devem ser suas características para atender tanto ao ensino quanto à prática profissional?

- Como estimular os alunos para que não se cansem ou se percam no decorrer do processo? Quais outras técnicas colaborativas são opções viáveis a serem utilizadas com esse objetivo?

Por fim, para próximas investigações, sugere-se a aplicação de uma estratégia análoga à apresentada na presente pesquisa, já considerando as sugestões e questionamentos apontados anteriormente. No entanto, evidencia-se a necessidade de aplicação em turmas maiores, evitando um tamanho amostral limitado e, assim, facilitando a identificação de novas evidências referentes à influência das variáveis envolvidas no processo. Em paralelo, sugere-se que sejam considerados novos indicadores de desempenho relacionados ao conforto ambiental, não considerados nesta pesquisa, tais como ventilação natural, eficiência termofísica da envoltória, eficiência lumínica, conforto acústico e conforto funcional, assim como uma abordagem mais intrínseca aos demais requisitos de projeto.

REFERÊNCIAS

- ABREU, L. C.; OLIVEIRA, M. A.; CARVALHO, T. D.; MARTINS, S. R.; GALLO, P. R.; REIS, A. O. A. A epistemologia genética de Piaget e o Construtivismo. In: **Rev. Bras. Crescimento Desenvolvimento Hum.** v. 20, 2010, p. 361-366.
- AMRESH, A.; CARBERRY, A. R.; FEMIANI, J. **Evaluating the Effectiveness of Flipped Classrooms for Teaching CS1**. College of Technology & Innovation, Arizona State University, Mesa, AZ, USA, 2013.
- ANDERSON, L. W. et al. **A taxonomy for learning, teaching and assessing: a revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives**. Nova York: Addison Wesley Longman, 2001. 336 p.
- ANDRADE, M. L. V. X.; RUSCHEL, R. C.; MOREIRA, D. C. O processo e os métodos. In: KOWALTOWSKI, D. C.C.K.; MOREIRA, D. C.; PETRECHE, J. R.D.; FABRÍCIO, M. M. (Org). **O processo de projeto em arquitetura**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011, p. 80-99.
- AUTODESK. **Perguntas frequentes sobre a descontinuação do Ecotect Analysis**. Disponível em: <https://knowledge.autodesk.com/pt-br/support/ecotect-analysis/learn-explore/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/PTB/Ecotect-Analysis-Discontinuation-FAQ.html>. Acesso em: Fevereiro de 2019.
- BALCOMB, J. D; CURTNER, A. Multi-Criteria Decision-Making Process for Buildings. **National Renewable Energy Laboratory**, 2000. Disponível em: <https://www.nrel.gov/docs/fy00osti/28533.pdf> Acesso em: Fevereiro de 2019.
- BERGFJORD, O. J.; HEGGERNES, T. Evaluation of a “Flipped Classroom” Approach in Management Education, in: **Journal of University Teaching & Learning Practice**, v.13, n. 5, 2016, p. 1-13. Disponível em: <http://ro.uow.edu.au/jutlp/vol13/iss5/17>
- BERGMANN, J.; SAMS, A. **Flip Your Classroom: reach every student in every class every day**. Eugene, Oregon: ISTE, 2012, 104 p.
- BITTENCOURT, L. S.; TOLEDO, A. M. Ensino de conforto ambiental: mudanças de enfoque e metodologia. In: IV ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 4., 1997, Salvador. **Anais...** Salvador: ANTAC, 1997, p. 537-541.
- BITTENCOURT, L. **Uso das cartas solares: diretrizes para arquitetos**. 4. ed. revista e ampliada – Maceió: EDUFAL, 2004, 109p.
- BLOOM, B. S. et al. **Taxonomy of educational objectives**. New York: David Mckay, 1956, v. 1, 262p.
- BOGO, A. J.; PEIXER, K. T.; KOBALL, D. Ensino de projeto arquitetônico com enfoque ambiental: a experiência de uma disciplina de projeto integrado de arquitetura e conforto térmico. In: **Revista Habitat Sustentable**, V. 6, 2016, p. 80-87.

BONDARS, E. Implementing Bioclimatic Design in Sustainable Architectural Practice. In: **Architecture and Urban Planning**, v. 7, 2013, p. 84-86.

BONI, F. A formação do arquiteto e a área de conforto ambiental – a experiência da UNISINOS. In: IV ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 4, 1997, Salvador. **Anais...** Salvador: ANTAC, 1997, p. 598-599.

CARTANA, R. P.; PEREIRA, F. O. R. P. Limitações e oportunidades para bioclimatologia aplicada aos projetos arquitetônicos desenvolvidos no mercado da construção civil. In: IX ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9, 2009, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: ANTAC, 2007, p. 320-328.

CHO, J.; YOO, C.; KIM, Y.; Viability of exterior shading devices for high-rise residential buildings: case study for cooling energy saving and economic feasibility analysis. In: **Energy and Buildings**, v. 82, 2014, p. 771-785.

CHVATAL, K. M. S. **A prática do projeto arquitetônico em Campinas, SP e diretrizes para o projeto de edificações adequadas ao clima.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, 1998, 173p.

COSTA, S. A.; PFEUTI, M. L. M.; CASA NOVA, S. P. C. As estratégias de ensino-aprendizagem utilizadas pelos docentes e sua relação com o envolvimento dos alunos. In: **Revista Evidenciação Contábil & Finanças**, ISSN 2318-1001, João Pessoa, v. 2, n. 1, 2014, p. 59-74.

COUTINHO, C. P. Estudos correlacionais em educação: potencialidades e limitações. In: **Psicologia Educação e Cultura**, vol. XIII, nº 1, 2008, p. 143-169.

DELBIN, S. **Inserção de simulação computacional de conforto ambiental de edifícios em ensino de projeto arquitetônico: proposta de metodologia.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, 2006, 220p.

DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N.; Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. In: **Revista Thema**, v.14, 2017, p. 268-288.

DOTTA, S. C.; JORGE, E. F. C.; PIMENTEL, E. P.; BRAGA, J. C. Análise das preferências dos estudantes no uso de videoaulas: uma experiência na educação à distância. In: **II Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2013) e XIX Workshop de Informática na Escola (WIE 2013)**, 2013, p. 21-30.

DOURADO, B. M; AMORIM, C. N. D. O ensino de eficiência energética em escolas públicas de arquitetura no Brasil. In: X ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10, 2009, Natal. **Anais...** Natal: ANTAC, 2009, p. 1094-1103.

FATARELI, E. F.; FERREIRA, L. N. A.; FERREIRA, J. Q.; QUEIROZ, S. L. Método cooperativo de aprendizagem jigsaw no ensino de cinética química. In: **Química nova na escola**. Vol. 32, nº 3, agosto 2010, p. 161-168.

FELDER, R. M. Author's Preface — June 2002. In: FELDER, R. M.; SILVERMAN, L. K. **Learning and Learning and Teaching Styles in Engineering Education**. 2002. Disponível em: <<http://www.ncsu.edu/felder-public/Papers/LS-1988.pdf>>. Acesso em: Julho de 2018, p. 1-2.

FELDER, R. M.; SILVERMAN, L. K. Learning and Teaching Styles in Engineering Education. **Journal of Engineering Education**, v. 78, n. 7, p. 674–681, 1988.

FELDER, R. M.; SOLOMAN, B. A. **Index of Learning Styles (ILS)**. 1999.

FERNANDES, L. C.; CUNHA, E. da. Ensino de geometria solar: proposta de heliodon alternativo. In: **ENCAC 2011 XI Encontro Nacional e VII Encontro Latino Americano de conforto no ambiente construído**, Búzios, RJ. 2011, p. 1-10.

FERRAZ, A. P. C. M.; BELHOT, R. V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. In: **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 17, n. 2, 2010, p. 421-431.

FREIRE, M. R. Um olhar sobre a abordagem do conforto térmico no ensino de projeto na FAUFBA. In: XIV ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14, 2017, Balneário Camboriu. **Anais...** Balneário Camboriu: ANTAC, 2017, p 701-710.

FREITAS, S. L; COSTA, M. G. N.; MIRANDA, F. A. Avaliação educacional: formas de uso na prática pedagógica. In: **Meta: Avaliação**, v. 6, n. 16, 2014, p. 85-98.

GRAÇA, V. A. Z. **Otimização de projetos arquitetônicos considerando parâmetros de conforto ambiental**: o caso das escolas da rede estadual de Campinas. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, 2002, 139p.

GRAÇA, V. A. C.; KOWALTOWSKI, D. C. C. K. Metodologia de avaliação de conforto ambiental de projetos escolares usando o conceito de otimização multicritério. In: **Ambiente Construído**, v. 4, n. 3, 2004, p. 19-35.

JÓFILI, Z. Piaget, Vygotsky, Freire e a construção do conhecimento na escola. In: **Educação: Teorias e Práticas**, v. 2, 2012, pp 191-208.

JIN, R.; ZHONG, B.; MA, L.; HASHEMI, A.; DING, L. Integrating BIM with building performance analysis in project life-cycle. In: **Automation In Construction**, v. 106, 2019, p. 1-11.

KIM, J.; RIGDON, B. **Introduction to sustainable design**. National Pollution Prevention Center for Higher Education, 1998, 28p.

KOWALTOWSKI, D.C.C.K. **Arquitetura escolar**: o projeto do ambiente de ensino. São Paulo: Oficina de textos, 2011, 272 p.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; BIANCHI, G.; PETRECHE, J. R. D. A criatividade no processo de projeto. In: KOWALTOWSKI, D. C.C.K.; MOREIRA, D. C.; PETRECHE,

J. R.D.; FABRÍCIO, M. M. (Org). **O processo de projeto em arquitetura**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011, p. 21-54.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; CELANI, M. G. C.; MOREIRA, D. C.; PINA, S. A. M.; RUSCHEL, R. C.; SILVA, V. G.; LABAKI, L. C.; PETRECHE, J. R. D. Reflexão sobre metodologias de projeto arquitetônico. In: **Ambiente Construído**, v. 6, n. 2, 2006, p. 07-19.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; LABAKI, L. C. O Projeto Arquitetônico e o Conforto Ambiental: Necessidade de uma Metodologia. In: **ENTAC 1993 – V Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Avanços em Tecnologia e Gestão da Produção de Edificações**, São Paulo, SP, 1993, p. 785-794.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; LABAKI, L. C.; DE PAIVA, V. T.; BIANCHI, G.; MÖSCH, M. E. Ensino de Projeto Bioclimático: O Papel dos Problemas e Restrições no Processo Criativo. In: **ENCAC 2007 IX Encontro Nacional e V Encontro Latino Americano de conforto no ambiente construído**, Ouro Preto, MG, 2007, p. 280 – 289.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; LABAKI, L. C.; PINA, S. A. M. G.; BERTOLI, S. R. Visualização do Conforto Ambiental no Projeto Arquitetônico. In: **ENTAC 1998 – VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído Encontro Nacional sobre Conforto no ambiente Construído e III Encontro Latino Americano**, Florianópolis, SC, 1998, p. 371-379.

KUTNER, M.; NACHSTSHEIM, C.; NETER, J.; LI, W. **Applied linear statistical models**. Boston: McGraw-Hill Irwin, 2005, 1396p.

LABEEE, LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Departamento de Engenharia Civil. **Analysis Sol-ar**. Versão 6.2. 2009. Disponível em <<http://www.labeee.ufsc.br/downloads/softwares/analysis-sol-ar>>. Acesso em: Julho de 2018.

LABEEE, LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Departamento de Engenharia Civil. **Softwares**. Disponível em: <<http://www.labeee.ufsc.br/downloads/softwares>>. Acesso em: Setembro de 2019.

LABAUT, Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAUUSP), Departamento de Tecnologia. **Softwares de conforto**. Disponível em: <<http://www.fau.usp.br/pesquisa-novo/laboratorios-de-pesquisa/labaut/softwares-de-conforto/>>. Acesso em: Setembro de 2019.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L. PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. 3 ed., 2005, 366p.

LAWSON, B. **Como arquitetos e designers pensam**. Tradução de Maria Beatriz Medina. São Paulo, Oficina de Textos, 2011, 295p.

LEMOS, A; PERL, L. Comunicação e tecnologia uma experiência de “sala de aula invertida”. In: **Comunicação & Educação**, ano 20, número 1, 2015, p. 127-139.

LIMA, R. V. dos S. **Modos projetuais de simulação**: uso de ferramentas de simulação térmica no processo projetual de arquitetura. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2012, 256p.

LIU, X. Fitting stereotype logistic regression models for ordinal response variables in educational research (Stata). In: **Journal of Modern Applied Statistical Methods**, v. 13, n. 2, 2014, p. 528-545.

MACIEL, A. **Integração de conceitos bioclimáticos ao projeto arquitetônico**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2006, 377p.

MARSH, A. **Performance analysis and conceptual design**. Tese (Doutorado). School of Architecture and Fine Arts, The University of Western Australia, 1997, 2015p.

MARSH, A. **SUNTOOL v1.10**: Window shading and overshadowing. Perth (Australia), 2001.

MARSH, A. **Andrew's Blog**, 2019. Disponível em: <<http://andrewmarsh.com/>>. Acesso em: Setembro de 2019.

MAVROMATIDIS, L., Coupling architectural synthesis to applied thermal engineering, constructal thermodynamics and fractal analysis: An original pedagogic method to incorporate “sustainability” into architectural education during the initial conceptual stages. In: **Sustainable Cities and Society**, V. 39, 2018, pp. 689 – 707.

MELO, E. S.; BASTOS, W. G. Avaliação escolar como processo de construção de conhecimento. In: **Est. Aval. Educ.**, v. 26, n. 52, 2012, p. 180-203.

MONTEIRO I. G.; TEIXEIRA K. R. M.; PORTO, R. G. Os níveis cognitivos da taxonomia de Bloom: existe necessariamente uma subordinação hierárquica entre eles? In: **XXXVI EnANPAD**. Rio de Janeiro, 2012, p. 1-16.

MOREIRA, D. C.; KOWALTOWSKI, D. C. C. K. O programa arquitetônico. In: KOWALTOWSKI, D. C.C.K.; MOREIRA, D. C.; PETRECHE, J. R.D.; FABRÍCIO, M. M. (Org). **O processo de projeto em arquitetura**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011, p. 101-108.

MOREIRA, D.I de C.; RUSCHEL, R. C. O procedimento de análise em projeto: do programa arquitetônico à avaliação de edifícios. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, v. 6, n. 1, 2015, p. 69-71.

MULFARTH, R. C. K. Ensino e conforto ambiental: discussão sobre a inserção da ergonomia no processo de projeto. In: **Oculum Ensaios**, v. 15, 2018, p. 171-182.

OLIVEIRA, E. M. P. Docência em Direito e a “Sala de aula invertida” como opção metodológica ativa. In: **Evidência**, Araxá, v. 12, n. 12, 2016, p. 59-77.

OLIVEIRA, M. M. F; MACEDO, I. P. O. Uma metodologia de ensino de conforto ambiental. In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8, 2005, Maceió. **Anais...** Maceió: ANTAC, 2005, p. 1368-1377.

OLWENY, M. R. O. Integrating Sustainability and Environmental Design in an African Architecture Curriculum: The Case of Uganda. In: **PLEA 2008 – 25th Conference on Passive and Low Energy Architecture**, Dublin, 2008, 6p.

PÁDUA, G. L. D. A epistemologia genética de Jean Piaget. In: **Revista FACEVV**, v. 2, 2009, p. 22-35.

PAULA, K. A. de. **Integração do conforto ambiental ao processo de ensino-aprendizagem de projeto arquitetônico com o uso de aplicativos em dispositivos móveis**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, 2015, 120p.

PAVANELO, E; LIMA, R. Sala de Aula Invertida: a análise de uma experiência na disciplina de Cálculo I. In: **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 31, n. 58, 2017, p. 739-759.

PEDRINI, A. SZOKOLAY, S. Recomendações para o desenvolvimento de uma ferramenta de suporte às primeiras decisões projetuais visando ao desempenho energético de edificações de escritório em clima quente. In: **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, 2005, p.39-54.

PEREIRA, P. R. P. **Método de análise de precedentes para apoio ao projeto da arquitetura escolar pública do estado de São Paulo**. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, 2013, 298p.

PIAGET, J. **Epistemologia Genética**. Petrópolis: Vozes, 1970, 110p.

PIETROBON, C. E; TOLEDO, L. M. A; PIETROBON C. L. R. A simulação computacional do desempenho térmico no contexto da arquitetura bioclimática. In: ENCONTRO NACIONAL DE MODELOS DE SIMULAÇÃO DE AMBIENTES, 1995, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ENMSA, 1995, p. 325-339.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2019. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>> Acesso em: Agosto de 2019.

RAMAL, A. Sala de Aula Invertida: a educação do futuro. **G1**. 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/educacao/blog/andrea-ramal/post/sala-de-aula-invertida-educacao-do-futuro.html>> Acesso em: Fevereiro de 2019.

REINHART, F. C.; DOGAN, T.; IBARRA, D.; SAMUELSON, H. W. Learning by playing – teaching energy simulation as a game. In: **Journal of Building Performance Simulation**, v. 5, nº 6, 2012, p. 359-368.

SARAMAGO, R. C. P.; BORTOLI, K. C. R. Aplicação de simulação computacional no ensino de Conforto Ambiental e Eficiência Energética. In: 2º Colóquio de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo e Design, 2014, Uberlândia. **Anais 2º Colóquio de Pesquisa**

em Arquitetura e Urbanismo e Design Brasil-Portugal: UFU e UTL. Uberlândia: FAUeD, v. 2, 2014, p. 209-218.

SANTOS, A. O.; OLIVEIRA, G. S.; JUNQUEIRA, A. M. R. Relações entre aprendizagem e desenvolvimento em Piaget e Vygotsky: o construtivismo em questão. In: **Revista Itinerarius Reflectionis – UFG**, V. 10, 2014, pp. 5-27.

SCARAZATTO, P. S. O ensino do conforto ambiental com conotação profissionalizante nos cursos de graduação em arquitetura: dos aspectos legais à realidade curricular. In: V ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 5, 1999, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ANTAC, 1999, 5p.

SCHNEIDER, E; SUHR, I. R. F; ROLON, V. E. K; ALMEIDA, C. M. Sala de aula invertida em EAD: uma proposta de blended learning. In: **Revista Intersaberes**. vol. 8, n.16, 2013, p.68-81.

SHAVIV, E. Design Tools for Bio-climatic and passive solar building. **Solar Energy**, v.67, 1999, p.189-204.

SOUZA FILHO, M. L. Relações entre aprendizagem e desenvolvimento em Piaget e em Vygotsky: dicotomia ou compatibilidade? In: **Revista Diálogo Educacional**, v.8, 2008, pp 265-275.

SUHR, I. R. F. Desafios no uso da sala de aula invertida no ensino superior. In: **Revista Transmutare**, Curitiba, v. 1, n. 1, 2016, p. 4-21.

TREVELIN, A. T. C.; PEREIRA, M. A. A.; NETO, J. D. de O. A utilização da “sala de aula invertida” em cursos superiores de tecnologia: comparação entre o modelo tradicional e o modelo invertido “*flipped classroom*” adaptado aos estilos de aprendizagem. In: **Revista de Estilos de Aprendizagem**, v. 11, n. 12, 2013, p. 1-14.

VALENTE, J. A. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. In: Educar em Revista, Curitiba, Brasil, Edição Especial n. 4, 2014, p.79-97.

VENÂNCIO, R.; PEDRINI, A. Investigando o projeto de envoltória: questionário sobre prática arquitetônica e desempenho térmico. XI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído (ENCAC) e VII Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído (ELACAC). **Anais...**, 2011. Búzios, RJ, Brasil, p. 1-10.

VIANNA, N. S. Análise crítica do ensino de conforto ambiental nas escolas de arquitetura. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 6. e Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, 3., 2001, São Pedro. **Anais...** Brasília: UnB, 2013, p.1-7.

VILELA, J. P.; ZANCANELI, M.; LIMA, F. Reflexões sobre a simulação ambiental e BIM: uma abordagem pedagógica em Arquitetura e Urbanismo. In: **SiGraDi, 2015 – XIX Congresso da Sociedade Ibero-Americana de Gráfica Digital**, Florianópolis, SC. 2015, p. 756-760.

	N.º de Questões	Data	Valor	Nota
	8	28/09/2018	10,0	
Aluno(a): _____		Disciplina: Conforto Ambiental		
RA: _____		Professor(a): João Victor de Souza Lima		
Série: 6º Termo - Turno: Diurno () Noturno (X)		Curso: Arquitetura e Urbanismo		
		Prova: Reg. (X) Sub () Exame ()		

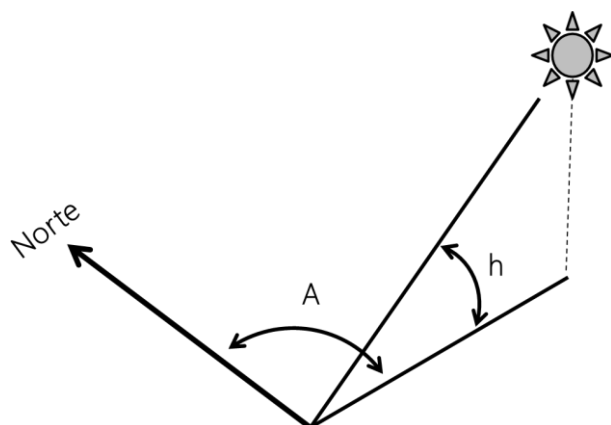
Atenção:

- Responda às questões com caneta azul ou preta;
- Não será aceita qualquer forma de rasura;
- Questão rasurada será anulada, sendo-lhe atribuído zero de pontuação;
- Mantenha o aparelho celular ou qualquer outro eletrônico desligado, guardando-o juntamente com todo o seu material embaixo da carteira;
- Não será admitida qualquer forma de consulta para realização desta prova;
- Valor de cada questão: preferencialmente 1,00 (um) ponto;
- Será permitida a saída somente após 1 hora do início da prova;
- Os dois últimos deverão permanecer na sala até o final da prova.

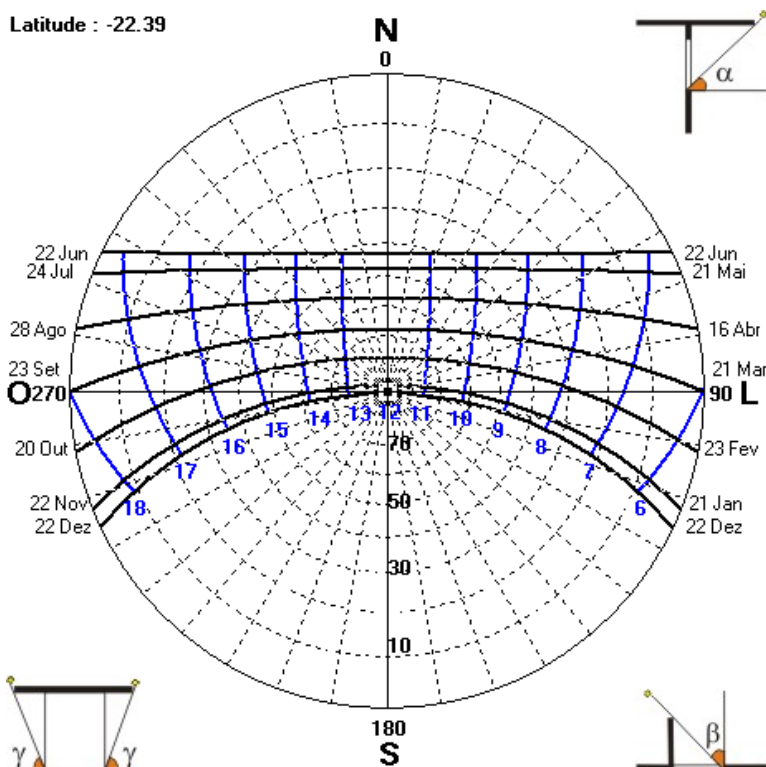
QUESTÃO 01 (1,0)

As cartas solares consistem em plotagens superiores do movimento aparente do sol na abóboda celeste. Elas representam, para cada latitude, o percurso solar em cada dia do ano, e em cada horário do dia, sendo possível identificar seu azimuth e altura solar. Os azimutes solares são representados pelas retas tracejadas, enquanto as alturas solares são representadas pelos círculos tracejados. Para a latitude referente à carta solar abaixo, no dia **28 de agosto às 17h00**, o **azimute solar** e a **altura solar** são, respectivamente:

- a) 270° e 10°
- b) 285° e 10°
- c) 75° e 10°
- d) 10° e 285°
- e) 15° e 75°

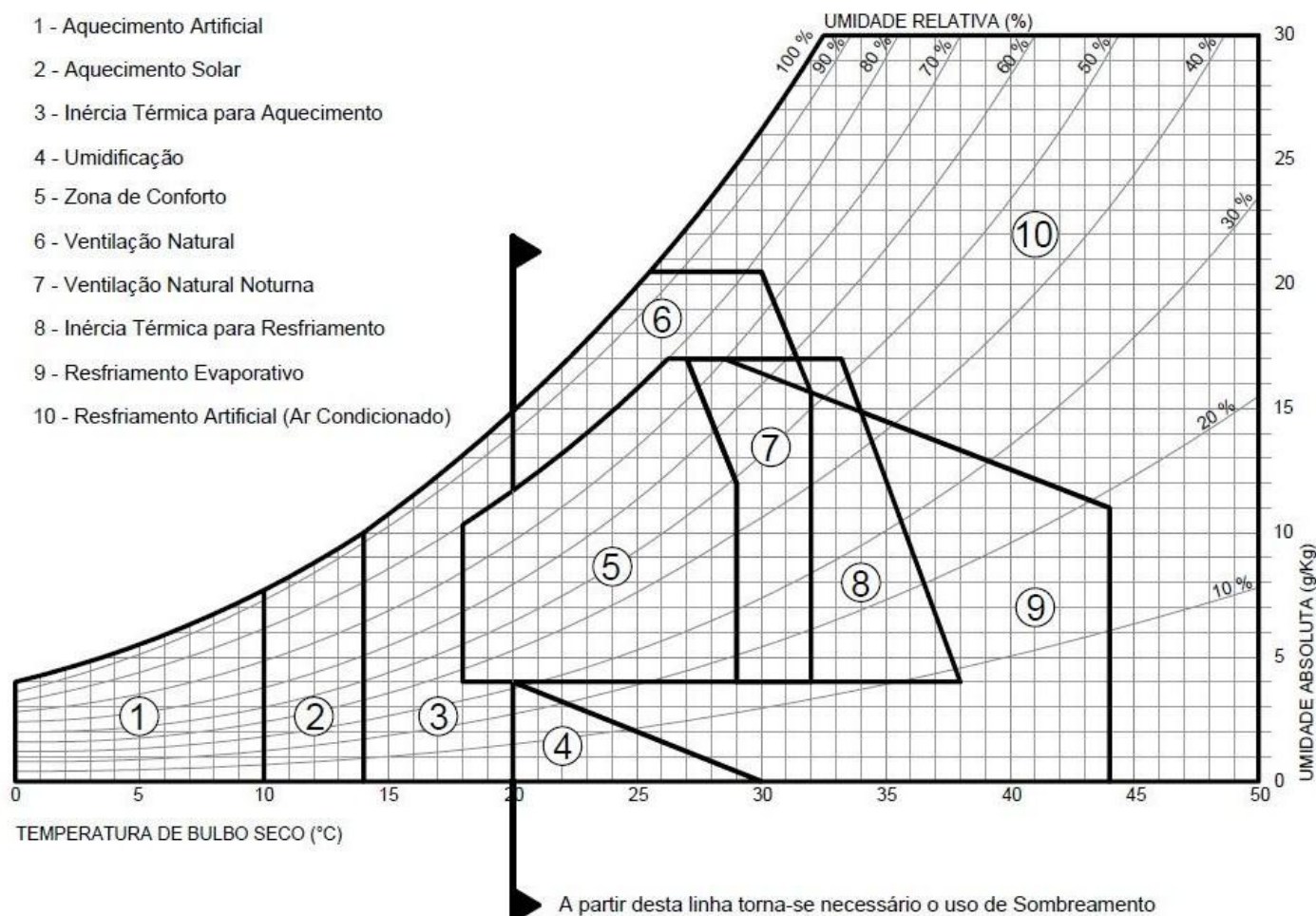


Latitude : -22.39



QUESTÃO 02 (1,0)

A carta psicrométrica é um diagrama que simplifica o estudo das propriedades do ar, quanto às suas variáveis de temperatura e umidade. Com base nessa carta, Givoni (1992) desenvolveu o diagrama bioclimático apresentado abaixo, no qual é possível identificar as estratégias bioclimáticas ideais para determinada localidade, em cada mês do ano, utilizando suas variáveis de temperatura e umidade mensais.



Utilizando a metodologia apresentada por Lamberts, Dutra e Pereira (2005), assinale a alternativa que corresponda às estratégias ideais para determinada localidade cujas variáveis de temperatura do ar e umidade do ar para os meses de Junho e Dezembro estão apresentadas abaixo.

DEZEMBRO:

Média Mínimas: 26°C **Média Médias:** 28°C **Média Máximas:** 30°C **Umidade Relativa Média:** 80%

JUNHO:

Média Mínimas: 12°C **Média Médias:** 15°C **Média Máximas:** 17°C **Umidade Relativa Média:** 40%

- Dez.: Resfriamento Evaporativo e Inércia Térmica para Resfriamento; Jun.: Aquecimento Solar
- Dez.: Ventilação Natural e Sombreamento; Jun.: Aquecimento Solar
- Dez.: Resfriamento Evaporativo; Jun.: Aquecimento Solar e Inércia Térmica para Aquecimento
- Dez.: Ventilação Natural e Sombreamento; Jun.: Aquecimento Solar e Inércia Térmica para Aquecimento
- Dez.: Resfriamento Artificial e Sombreamento; Jun.: Aquecimento Artificial

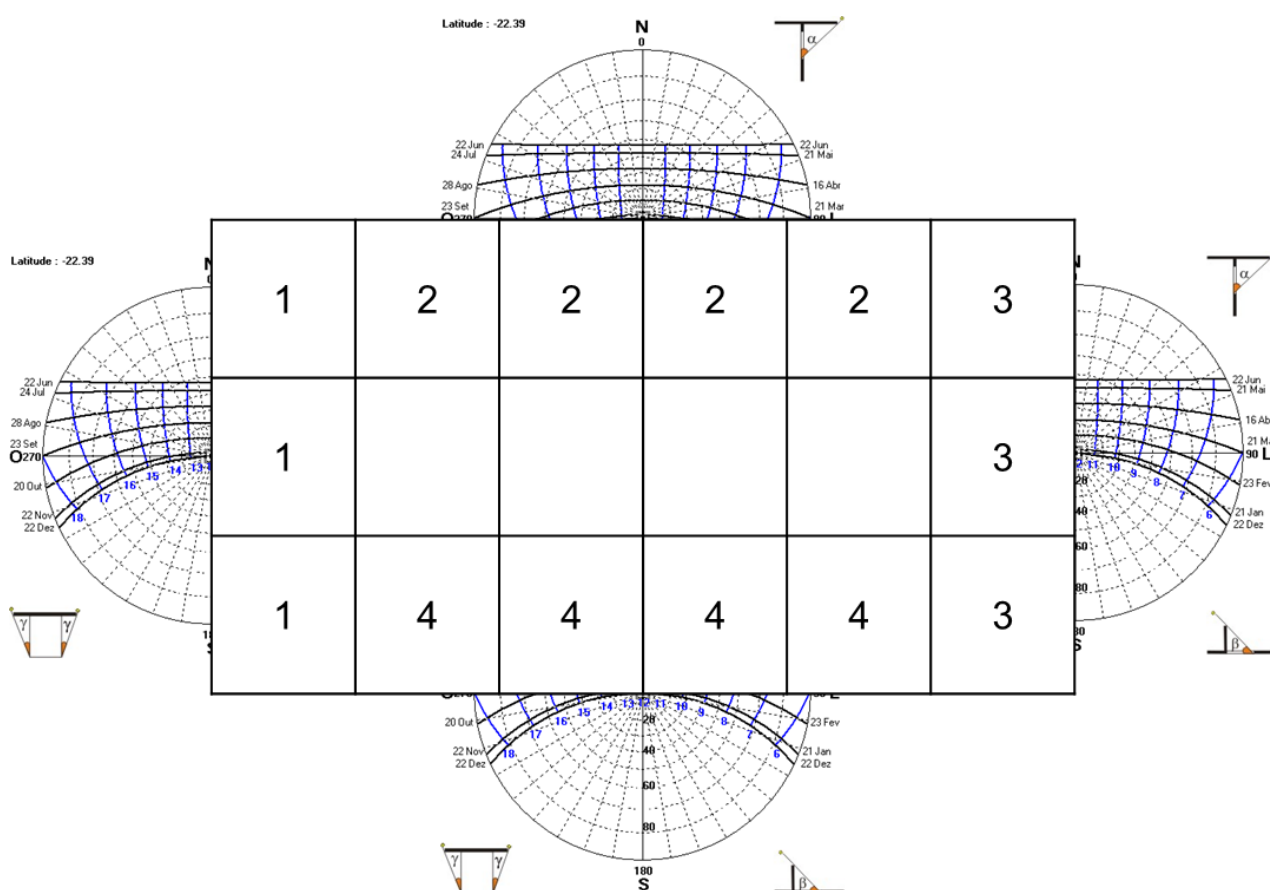
QUESTÃO 03 (1,0)

Dois indivíduos de mesmo gênero, idade, e características físicas, com vestimentas semelhantes, estão realizando atividades de escritório em dois ambientes diferentes. O indivíduo 1 está em um ambiente sombreado, com temperatura do ar a 40°C , velocidade do ar a $0,0\text{m/s}$, e umidade relativa a 95%. O indivíduo 2 está em um ambiente também sombreado, com temperatura do ar também a 40°C , velocidade do ar a $3,0\text{m/s}$, e umidade relativa a 70%. O que justifica o fato de o indivíduo 1 estar sentindo maior desconforto térmico para calor do que o indivíduo 2 é:

- A temperatura radiante, que é maior no primeiro caso.
- A resistência ao resfriamento evaporativo pelo suor, que é maior no segundo caso.
- A resistência térmica das vestimentas, que é menor no segundo caso.
- A temperatura do ar, que é menor no segundo caso.
- A resistência ao resfriamento evaporativo pelo suor, que é maior no primeiro caso.

QUESTÃO 04 (1,0)

As cartas solares são importantes instrumentos para o estudo de insolação. Com elas, é possível definir os melhores formatos de implantação, assim como a melhor distribuição dos ambientes internos. Considerando a implantação abaixo, sem influência de sombra do entorno edificado, e já anexada à representação da carta solar para a cidade de Marília (caracterizada por altas temperaturas na maior parte do ano, exceto nos meses próximos ao inverno), assinale a alternativa que corresponda à melhor organização dos ambientes classificados a seguir quanto às suas variáveis humanas.



AMBIENTE	TEMPO DE PERMANÊNCIA (em horas)	VESTIMENTA MÍNIMA (escala de 1 a 5)	ATIVIDADE METABÓLICA (escala de 1 a 5)	CALOR PRODUZIDO POR EQUIPAMENTOS (escala de 1 a 5)
Sanitários	0,1	3	2	1
Cozinha Industrial	8	4	4	5
Salas de Informática	5	3	3	4
Circulação Vertical	0,1	3	4	1
Salas de Aula	5	3	3	2
DML	0,1	3	2	1

I - Os quadrantes de número 1 representam uma região da edificação que receberá insolação da tarde constante durante todos os dias do ano. O bloqueio dessa insolação exige proteções muito fechadas, o que torna esses quadrantes ideais para os Sanitários, DML, e Circulação Vertical.

II - Os quadrantes de número 4 representam uma região da edificação que receberá insolação da manhã e da tarde apenas nos dias próximos ao verão. O bloqueio dessa insolação exige proteções muito fechadas, o que torna esses quadrantes ideais para os Sanitários, DML, e Circulação Vertical.

III - Os quadrantes de número 2 representam uma região da edificação que receberá insolação da manhã e da tarde na maior parte do ano. Entretanto, com a adequada proteção, a insolação incidente pode ser restringida ao sol do inverno, durante o dia todo, tornando esses quadrantes ideais para ambientes de grande permanência, como as Salas de Aula, por exemplo.

IV - Os quadrantes de número 1 representam uma região da edificação que receberá insolação da tarde constante durante todos os dias do ano. O bloqueio dessa insolação exige proteções muito fechadas, o que torna esses quadrantes ideais para as Salas de Aula, Salas de Informática, e Cozinha Industrial.

V - Os quadrantes de número 2 representam uma região da edificação que receberá insolação da manhã e da tarde na maior parte do ano, sendo ideais para ambientes de pequena permanência. O bloqueio dessa insolação exige proteções muito fechadas, o que torna esses quadrantes ideais para os Sanitários, DML, e Circulação Vertical.

VI - Os quadrantes de número 3 representam uma região da edificação que receberá insolação da manhã durante o ano todo. Com proteções solares muito simples, esses quadrantes se tornam ideais para ambientes de grande permanência, como as Salas de Aula, por exemplo.

VII - Os quadrantes de número 4 representam uma região da edificação que receberá insolação da manhã e da tarde apenas nos dias próximos ao verão. Entretanto, o bloqueio total dessa insolação é bastante simples, o que torna esses quadrantes ideais para a inserção de ambientes que precisem do mínimo de calor possível, como a Cozinha Industrial e as Salas de Informática, por exemplo.

a) I, II, V e VI

b) II, IV, V e VI

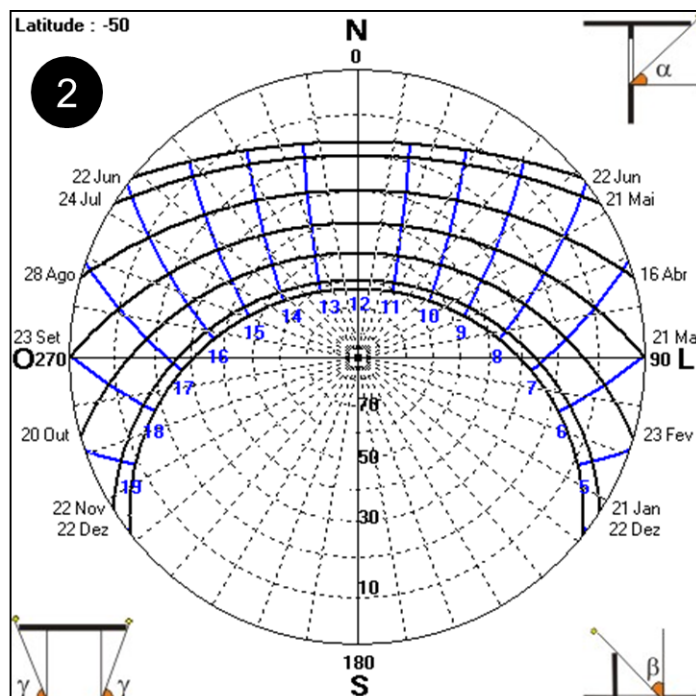
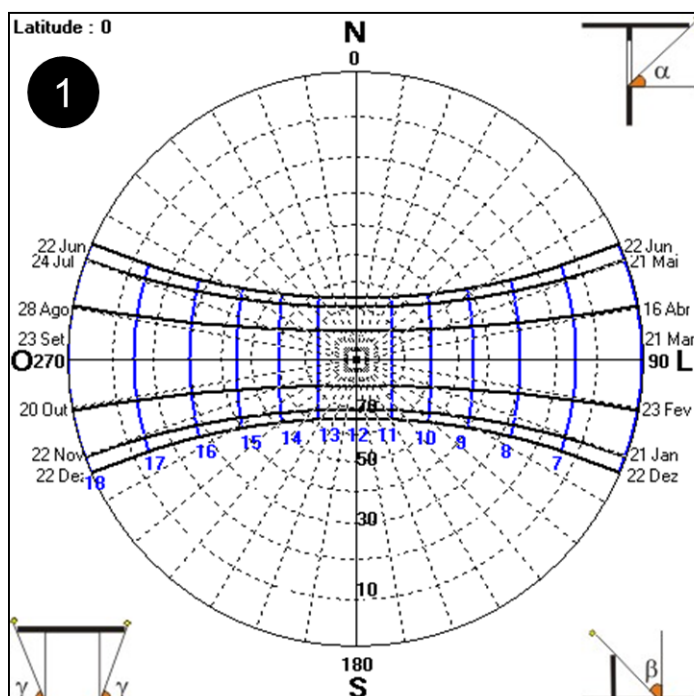
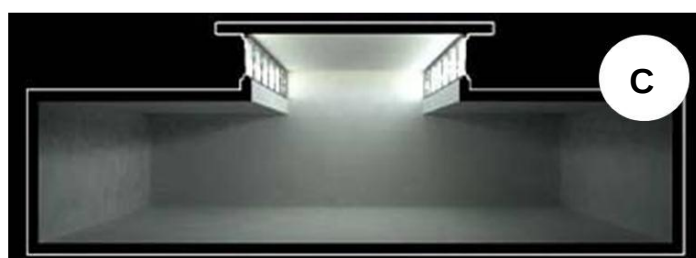
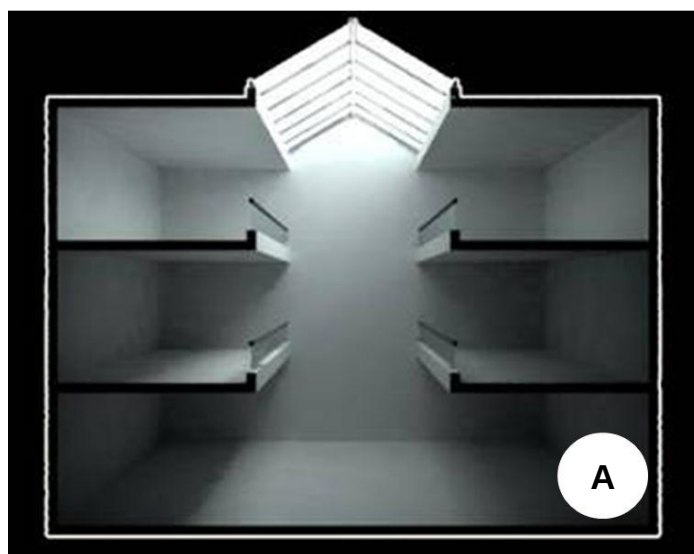
c) II, III, e IV

d) I, II, e III

e) I, III, VI e VII

QUESTÃO 05 (1,0)

De uma maneira geral, a iluminação natural pode ser classificada em iluminação zenital e iluminação lateral, devendo sempre adequar-se ao percurso solar da latitude em questão, a fim de se evitar ofuscamento pela entrada de insolação direta nos ambientes (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2005). A iluminação lateral tende a ser concentrada, por não ser possível, na maioria das vezes, distribuir aberturas em todas as faces dos ambientes. As três estratégias das figuras A, B e C demonstram a possibilidade de iluminação central do ambiente, a partir da sua cobertura, porém, com características bastante diferentes entre si. Com base nessas informações, assinale a alternativa que corresponda à melhor apropriação dessas estratégias para cada uma das cartas solares representadas nas figuras 1 e 2.



- I-** A imagem A corresponde à *claraboia inclinada*, um tipo de **iluminação zenital**, adequada para a latitude da figura 2, a qual possui predominância de alturas solares baixas (próximas ao horizonte) durante todo o ano.
- II-** A imagem B corresponde ao *shed*, um tipo de **iluminação lateral**, adequada para a latitude da figura 1, a qual possui predominância de alturas solares altas (próximas ao zênite) durante todo o ano.
- III-** A imagem A corresponde à *claraboia inclinada*, um tipo de **iluminação zenital**, adequada para a latitude da figura 1, a qual possui predominância de alturas solares altas (próximas ao zênite) durante todo o ano.
- IV-** A imagem C corresponde ao *lanternim*, um tipo de **iluminação zenital**, adequada para a latitude da figura 1, a qual possui predominância de alturas solares altas (próximas ao zênite) durante todo o ano.
- V-** Quando aplicados para as latitudes corretas, os *lanternins* devem ter suas aberturas orientadas no sentido Norte/Sul, evitando as baixas alturas solares predominantes nas faces leste e oeste.
- VI-** A imagem B corresponde ao *shed*, um tipo de **iluminação lateral**, adequada para a latitude da figura 2, a qual possui predominância de alturas solares baixas (próximas ao horizonte) durante todo o ano.

a) I, II, e V

b) III, V e VI

c) III e VI

d) I, II, IV e V

e) I e II

QUESTÃO 6 (1,0)

Considerando a carta solar ao lado, referente à latitude da cidade de Marília, com o transferidor voltado para a face SUL, e o projeto de proteções solares para uma janela voltada para essa face, identifique as informações dos campos abaixo, trace a máscara de sombra resultante (0,5) e disserte sobre a eficiência dessa configuração de proteções quanto ao bloqueio da insolação indesejável (0,5).

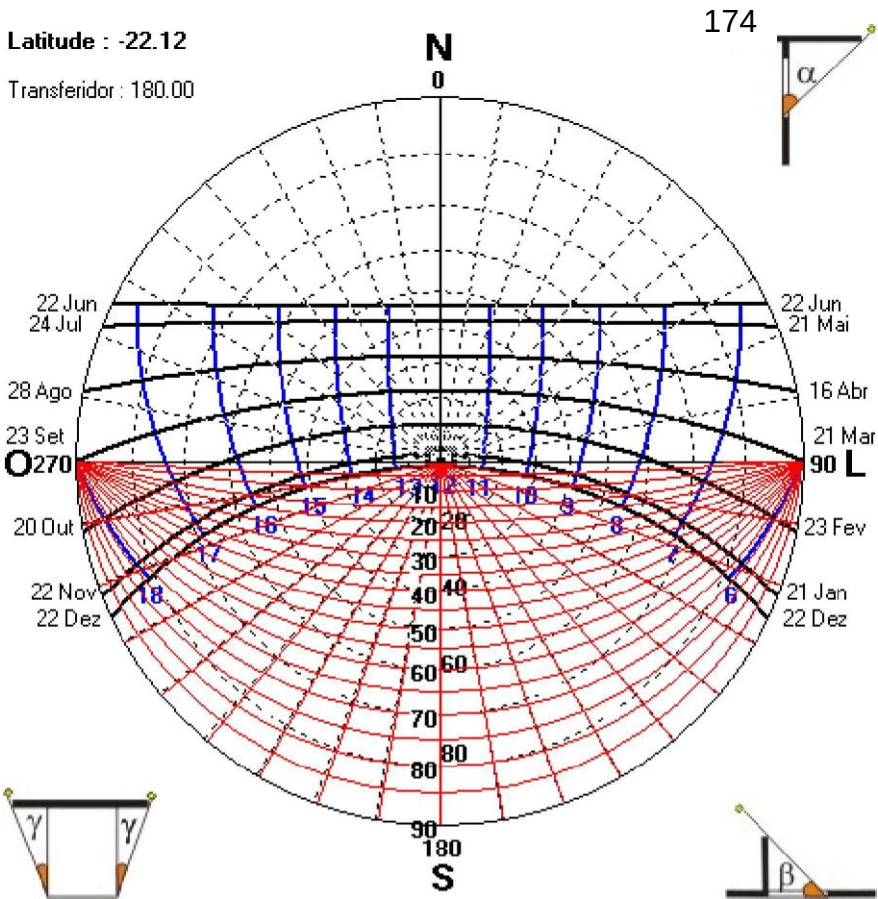
PROTEÇÕES HORIZONTAIS (se houver)

- α :
- γ_e (se houver):
- γ_d (se houver):
- profundidade das proteções:
- distância entre as proteções:
- ângulo de inclinação das proteções:

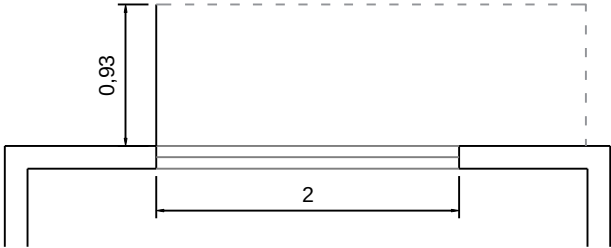
PROTEÇÕES VERTICAIS (se houver)

- β_e :
- β_d :
- γ_e (se houver):
- γ_d (se houver):
- profundidade das proteções:
- distância entre as proteções:
- ângulo de inclinação das proteções:

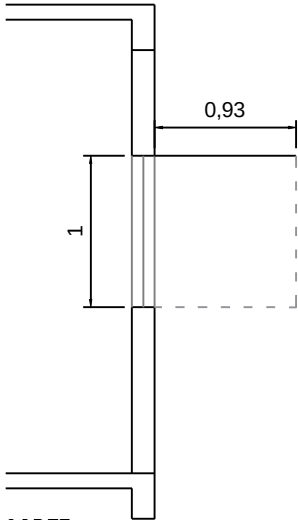
Latitude : -22.12
Transferidor : 180.00



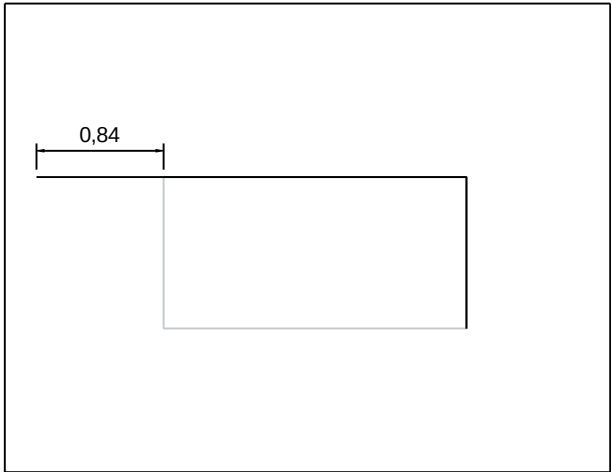
OPINIÃO SOBRE A EFICIÊNCIA DA PROTEÇÃO:



PLANTA
Escala: 1:50



CORTE
Escala: 1:50



VISTA FRONTAL
Escala: 1:50

QUESTÃO 7 (1,5)

Considere uma janela de uma edificação voltada para a face NORTE, sem nenhuma influência de sombra de edifícios vizinhos. Utilizando a carta solar ao lado, referente à latitude da cidade de Marília, planeje uma configuração de proteções solares horizontais e/ou verticais que bloqueiem a insolação nos horários e dias mais críticos do ano (1,0). Insira as informações estipuladas e não se esqueça de representar a máscara de sombra final na carta solar (0,5).

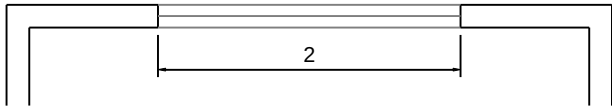
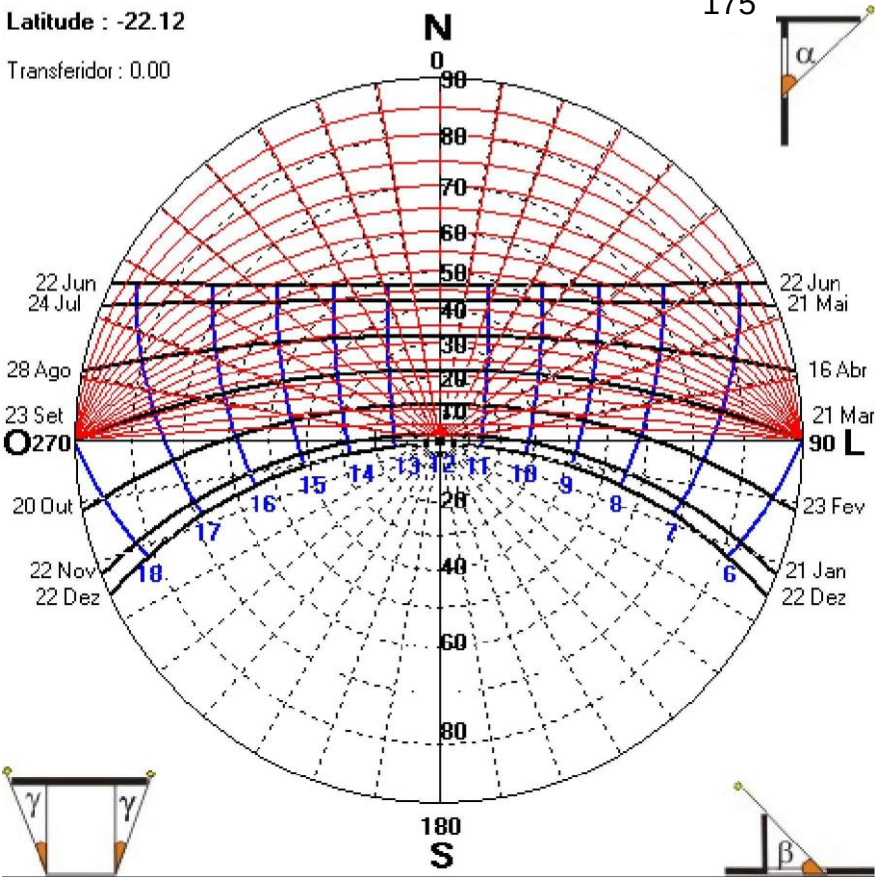
PROTEÇÕES HORIZONTAIS (se houver)

- α :
- γ_e (se houver):
- γ_d (se houver):
- profundidade das proteções:
- distância entre as proteções:
- ângulo de inclinação das proteções:

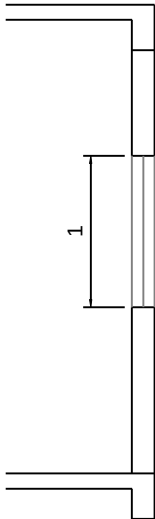
PROTEÇÕES VERTICAIS (se houver)

- β_e :
- β_d :
- γ_e (se houver):
- γ_d (se houver):
- profundidade das proteções:
- distância entre as proteções:
- ângulo de inclinação das proteções:

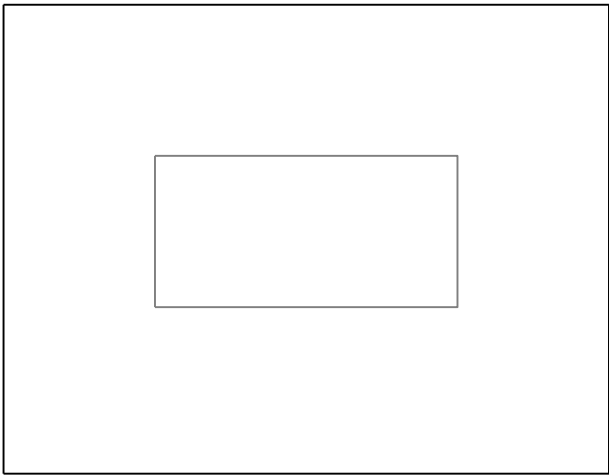
Latitude : -22.12
Transferidor : 0.00



PLANTA
Escala: 1: 50



CORTE
Escala: 1: 50



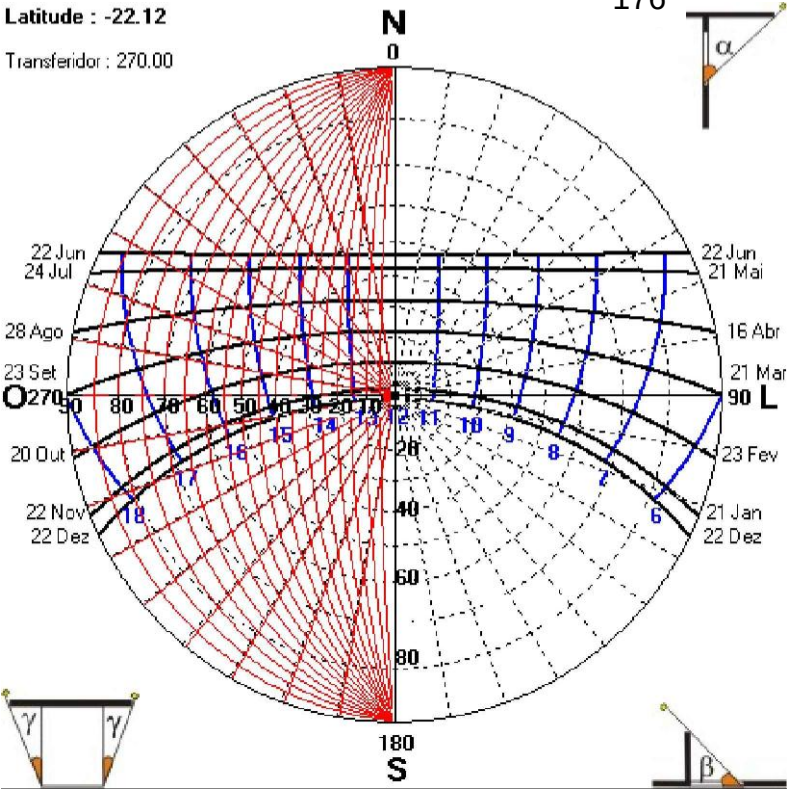
VISTA FRONTAL
Escala: 1: 50

QUESTÃO 8 (2,5)

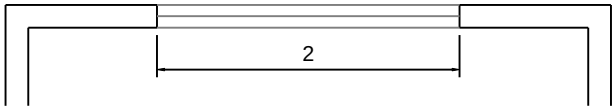
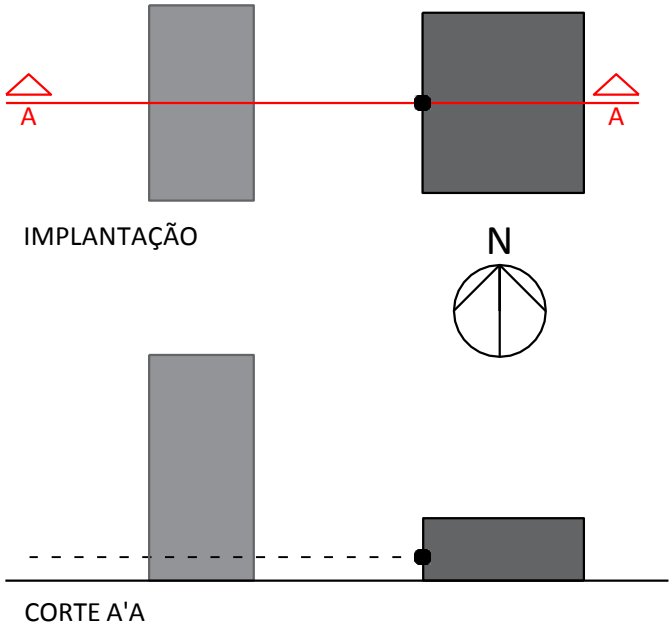
Considere uma janela de uma edificação voltada para a face OESTE. Essa janela está sujeita à influência de sombra de um edifício do entorno, como representado na implantação e corte abaixo. Trace na carta solar ao lado, referente à latitude da cidade de Marília, a máscara de sombra do entorno edificado até essa janela (1,0), e a máscara de sombra complementar para uma proteção solar que bloqueie a insolação indesejável não obstruída (0,5). Com os ângulos resultantes (alfa, beta, ou gama), projete essa proteção utilizando a planta, corte e elevação da janela (1,0).

Latitude : -22.12
Transferidor : 270.00

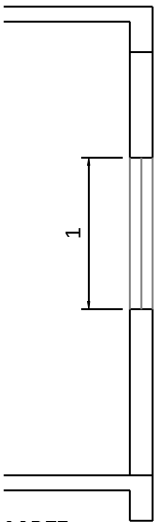
176



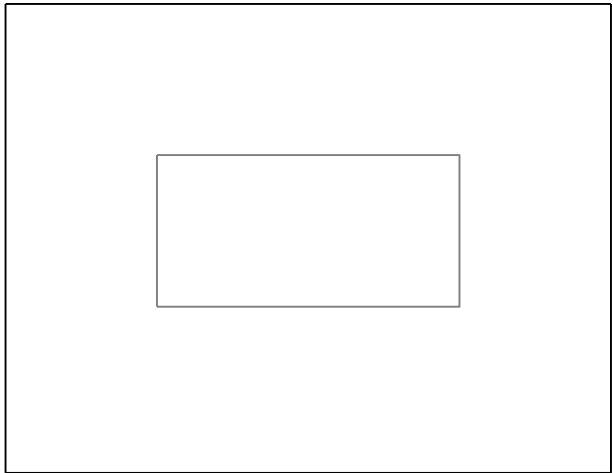
PROTEÇÕES HORIZONTAIS	PROTEÇÕES VERTICAIS
α : ye (se houver): yd (se houver): prof. das prot.: dist. entre as prot.: ângulo de inclin. das prot.:	βe : βd : ye (se houver): yd (se houver): prof. das prot.: dist. entre as prot.: ângulo de inclin. das prot.:



PLANTA
Escala: 1: 50



CORTE
Escala: 1: 50



VISTA FRONTAL
Escala: 1: 50

APÊNDICE B - Questionário de Satisfação: Sala de Aula Invertida

Baseado nos questionários aplicados por Lemos e Perl (2014) e Bergfjord e Heggernes (2016).

Nome do aluno (não será divulgado na pesquisa):

1. Quanto tempo livre você possui por dia, sem estar trabalhando ou na faculdade?

- ☐ Menos de 30 minutos
- ☐ Entre 30 minutos e 1 hora
- ☐ Entre 1 hora e 1 hora e meia
- ☐ Entre 1 hora e meia e 2 horas
- ☐ Mais de 2 horas

2. Geralmente, em quais períodos você está livre, sem estar trabalhando ou na faculdade?

Assinale mais de uma alternativa, se necessário.

- ☐ Manhã, durante toda a semana
- ☐ Tarde, durante toda a semana
- ☐ Noite, durante toda a semana
- ☐ Manhã, em alguns dias da semana
- ☐ Tarde, em alguns dias da semana
- ☐ Noite, em alguns dias da semana
- ☐ Manhã, durante os fins de semana
- ☐ Tarde, durante os fins de semana
- ☐ Noite, durante os fins de semana

3. Fora da sala de aula, em média, quanto tempo por dia você dedica aos estudos?

- ☐ Menos de 30 minutos
- ☐ Entre 30 minutos e 1 hora
- ☐ Entre 1 hora e 1 hora e meia
- ☐ Entre 1 hora e meia e 2 horas
- ☐ Mais de 2 horas

4. Fora da sala de aula, em quais períodos você se dedica aos estudos? Assinale mais de uma alternativa, se necessário.

- ☐ Manhã, durante toda a semana
- ☐ Tarde, durante toda a semana
- ☐ Noite, durante toda a semana
- ☐ Manhã, em alguns dias da semana
- ☐ Tarde, em alguns dias da semana
- ☐ Noite, em alguns dias da semana
- ☐ Manhã, durante os fins de semana
- ☐ Tarde, durante os fins de semana
- ☐ Noite, durante os fins de semana

5. Em média, quanto tempo por dia você precisou dedicar aos estudos em casa para compreender o conteúdo da disciplina “Conforto Ambiental”?

- ☐ Menos de 30 minutos
- ☐ Entre 30 minutos e 1 hora
- ☐ Entre 1 hora e 1 hora e meia
- ☐ Entre 1 hora e meia e 2 horas
- ☐ Mais de 2 horas

6. É a primeira vez que você experiencia a metodologia da Sala de Aula Invertida?

- ☐ Sim ☐ Não

7. A experiência da Sala de Aula Invertida foi positiva? Por que?

- ☐ Sim ☐ Não

8. Como avalia o seu investimento na realização das atividades acadêmicas em casa?

- ☐ Alto
☐ Médio
☐ Baixo

9. Como se deu seu engajamento no grupo em sala de aula?

- ☐ Alto
☐ Médio
☐ Baixo

10. Como você participava das atividades em sala de aula?

- ☐ Ativo
☐ Indiferente
☐ Disperso
☐ Observador

11. Qual o seu grau de interesse no tema da disciplina?

- ☐ Alto
☐ Médio
☐ Baixo

12. Como você auto avalia seu resultado de aprendizagem na disciplina?

- ☐ Muito bom
☐ Bom
☐ Regular
☐ Ruim
☐ Muito Ruim

13. Em uma escala de 1 a 5, indique o quanto você concorda com as afirmações abaixo, sendo 1 equivalente a “discordo plenamente” e 5 equivalente a “concordo plenamente”.

- [] As videoaulas disponíveis online aumentam a motivação para comparecer às aulas.
[] Mais discussões nas aulas aumentam a motivação em comparecer às aulas.
[] As videoaulas disponíveis online tornam mais fácil a preparação para as aulas.
[] As videoaulas disponíveis online facilitam a revisão do material depois das aulas.
[] As videoaulas disponíveis online tornam mais fácil a preparação para a prova.
[] O método da sala de aula invertida mudou minha preparação para as aulas.
[] O método da sala de aula invertida mudou como o tempo é gasto nas aulas.
[] O método da sala de aula invertida proporcionou um aprendizado mais efetivo.
[] O método da sala de aula invertida aumentou meu conhecimento e compreensão do conteúdo da disciplina.

14. Em uma escala de 1 a 5, indique o seu nível de dificuldade em absorver o conteúdo de cada um dos módulos da disciplina, sendo 1 equivalente a “nenhuma dificuldade” e 5 equivalente a “muita dificuldade”. Se possível, justifique sua dificuldade.

☐ Módulo 1 - Conforto Ambiental e Variáveis Ambientais

Justificativa: _____

☐ Módulo 2 - Diagrama de Givoni e Estratégias Bioclimáticas

Justificativa: _____

☐ Módulo 3 - Geometria Solar e Cartas Solares

Justificativa: _____

☐ Módulo 4 - Proteções Solares e Transferidor de Ângulos

Justificativa: _____

☐ Módulo 5 - Sombreamento: Necessidades Térmicas e Lumínicas

Justificativa: _____

☐ Módulo 6 - Máscaras de Sombra: Barreiras do Entorno Edificado

Justificativa: _____

☐ Módulo 7 - Máscaras de Sombra: Proteções Solares (Parte 1)

Justificativa: _____

☐ Módulo 8 - Máscaras de Sombra: Proteções Solares (Parte 2)

Justificativa: _____

☐ Módulo 9 - Projeto de Proteções Solares (Parte 1)

Justificativa: _____

☐ Módulo 10 - Projeto de Proteções Solares (Parte 2)

Justificativa: _____

15. Quantas vezes você assistiu a cada videoaula?

☐ Módulo 1 - Conforto Ambiental e Variáveis Ambientais

☐ Módulo 2 - Diagrama de Givoni e Estratégias Bioclimáticas

☐ Módulo 3 - Geometria Solar e Cartas Solares

☐ Módulo 4 - Proteções Solares e Transferidor de Ângulos

☐ Módulo 5 - Sombreamento: Necessidades Térmicas e Lumínicas

☐ Módulo 6 - Máscaras de Sombra: Barreiras do Entorno Edificado

☐ Módulo 7 - Máscaras de Sombra: Proteções Solares (Parte 1)

☐ Módulo 8 - Máscaras de Sombra: Proteções Solares (Parte 2)

☐ Módulo 9 - Projeto de Proteções Solares (Parte 1)

☐ Módulo 10 - Projeto de Proteções Solares (Parte 2)

16. Em uma escala de 1 a 5, avalie a eficácia de cada atividade proposta em sala de aula, sendo 1 equivalente a “nada eficaz” e 5 equivalente a “muito eficaz”. Se possível, justifique sua avaliação.

[] Identificação das estratégias bioclimáticas ideais para a cidade de Marília-SP

Justificativa: _____

[] Tabulação bioclimática do programa de necessidades do projeto de escola

Justificativa: _____

[] Definição do formato de implantação do projeto de escola

Justificativa: _____

[] Máscaras de sombra do entorno edificado para cada face do formato de implantação

Justificativa: _____

[] Máscaras de sombra das proteções solares para cada face do formato de implantação

Justificativa: _____

[] Arranjo funcional-bioclimático do programa de necessidades no formato de implantação

Justificativa: _____

[] Projeto de proteções solares para as aberturas definidas no projeto de escola

Justificativa: _____

17. Você se sente motivado a aplicar os conceitos e processos metodológicos apresentados na disciplina em seus projetos arquitetônicos futuros? Por que?

☐ Sim

☐ Não

18. Você se sente apto a aplicar os conceitos e processos metodológicos apresentados na disciplina em seus projetos arquitetônicos futuros? Por que?

☐ Sim

☐ Não

19. Em uma escala de 1 a 5, avalie a contribuição de cada uma das ferramentas abaixo na elaboração do seu projeto escolar, sendo 1 equivalente a “nenhuma contribuição” e 5 equivalente a “muita contribuição”. Se possível, justifique sua avaliação.

☐ Tabulação bioclimática do programa de necessidades no software Excel

Justificativa: _____

☐ Ferramenta de sombras do software SketchUp

Justificativa: _____

☐ Cartas solares impressas

Justificativa: _____

☐ Software Analysis SOL-AR

Justificativa: _____

☐ Software SunTool

Justificativa: _____

20. Em uma escala de 1 a 5, avalie a contribuição de cada uma das ferramentas abaixo na sua aprendizagem do conteúdo da disciplina, sendo 1 equivalente a “nenhuma contribuição” e 5 equivalente a “muita contribuição”. Se possível, justifique sua avaliação.

☐ Tabulação bioclimática do programa de necessidades no software Excel

Justificativa: _____

☐ Ferramenta de sombras do software SketchUp

Justificativa: _____

☐ Cartas solares impressas

Justificativa: _____

☐ Software Analysis SOL-AR

Justificativa: _____

☐ Software SunTool

Justificativa: _____

21. Em uma escala de 1 a 5, avalie a contribuição de cada um dos exercícios abaixo na sua aprendizagem do conteúdo da disciplina, sendo 1 equivalente a “nenhuma contribuição” e 5 equivalente a “muita contribuição”. Se possível, justifique sua avaliação.

☐ Assistir às videoaulas gravadas pelo professor

Justificativa: _____

☐ Resolução dos exercícios de fixação

Justificativa: _____

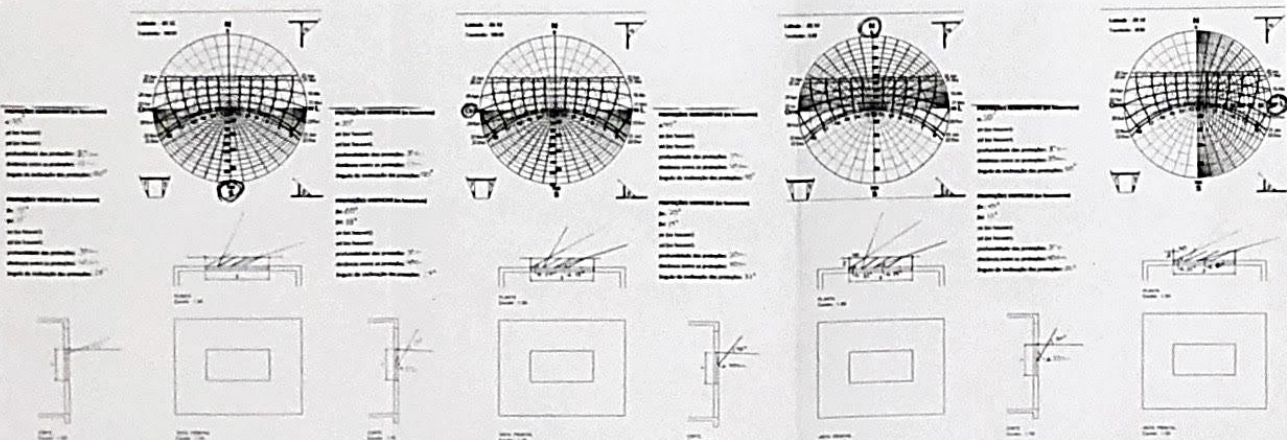
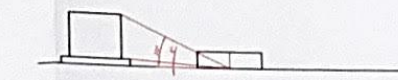
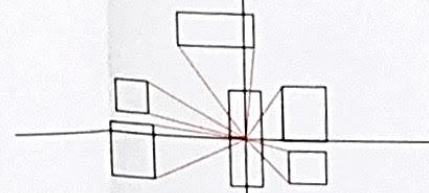
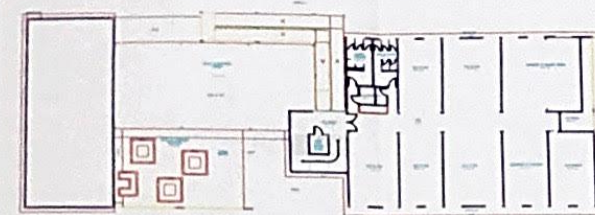
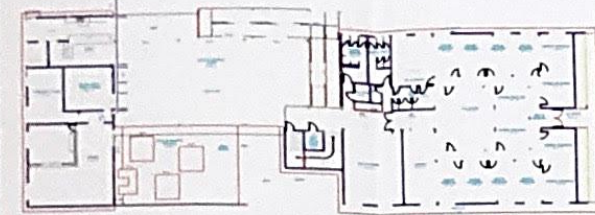
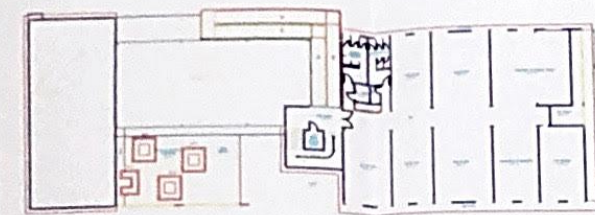
☐ Elaboração do projeto escolar

Justificativa: _____

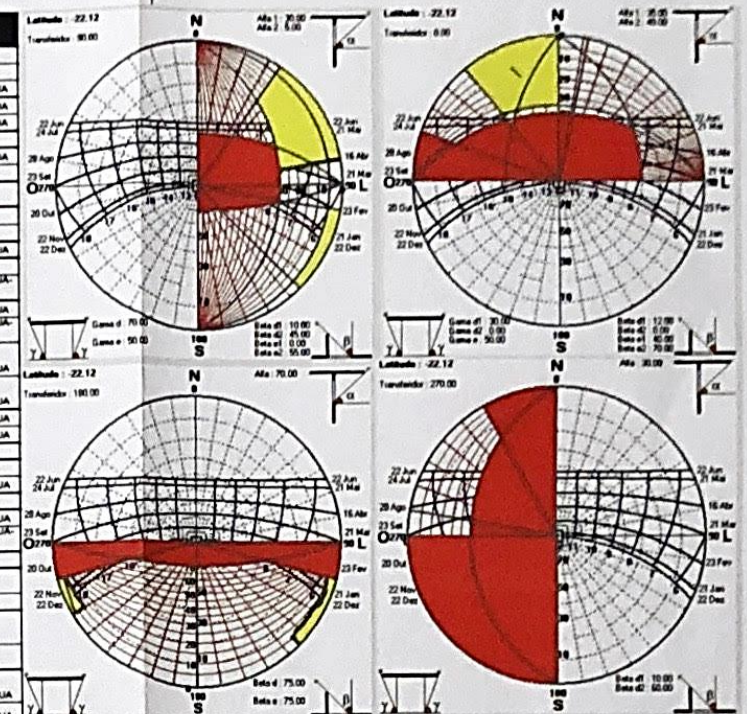
☐ Leitura da bibliografia da disciplina

Justificativa: _____

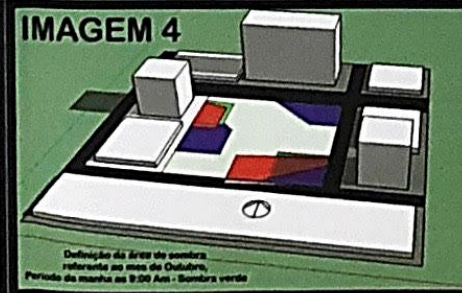
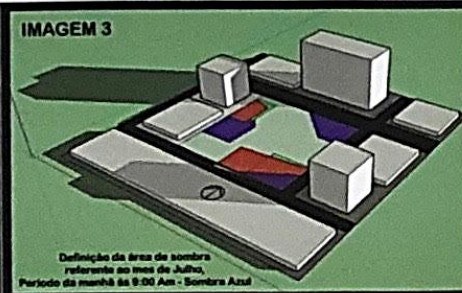
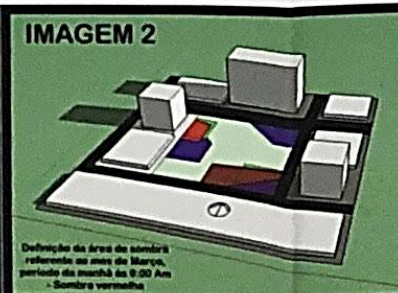
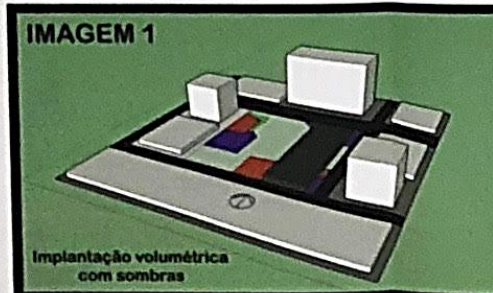
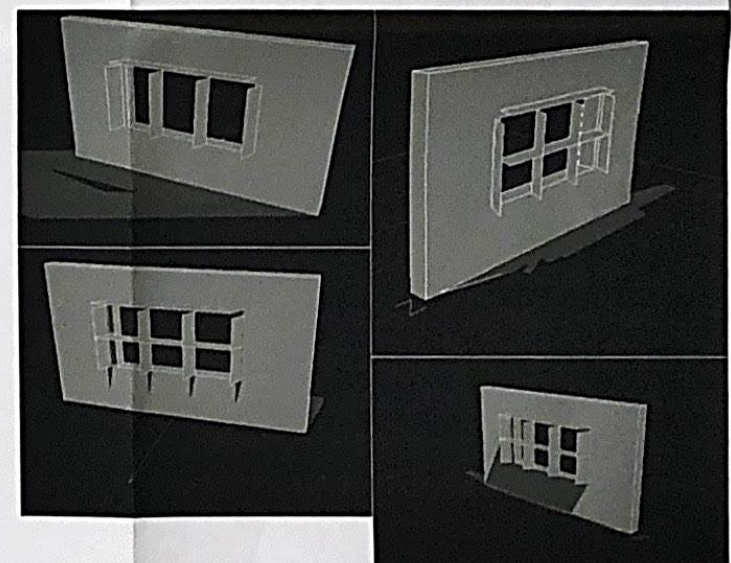
☐ Conteúdos externos. Quais? _____



AMBIENTES	PERMANÊNCIA	OBSERVAÇÃO
Direção/Administração		
Director	5	ÁREA DE PERMANÊNCIA CONTÍNUA
Vice-director	5	ÁREA DE PERMANÊNCIA CONTÍNUA
Secretaria	5	ÁREA DE PERMANÊNCIA CONTÍNUA
Almoxarifado	3	ÁREA DE PERMANÊNCIA MÉDIA
Coord. Pedagógico	5	ÁREA DE PERMANÊNCIA CONTÍNUA
Professores	3	ÁREA DE PERMANÊNCIA MÉDIA
Copa Professores	2	ÁREA DE PERMANÊNCIA MÉDIA
Conj. Sanit. Adm.	1	ÁREA DE BAIXA PERMANÊNCIA
Pedagógico		
Sala de Aula	5	ÁREA DE PERMANÊNCIA CONTÍNUA
Sala de recursos	1	ÁREA DE BAIXA PERMANÊNCIA
Uso múltiplo	4	ÁREA DE PERMANÊNCIA CONTÍNUA-MÉDIA
Lab. Ciências	5	ÁREA DE PERMANÊNCIA CONTÍNUA-MÉDIA
Sala de preparo	4	ÁREA DE PERMANÊNCIA CONTÍNUA-MÉDIA
Lab. Química e Física	5	ÁREA DE PERMANÊNCIA CONTÍNUA
Lab. Matemática e Física	5	ÁREA DE PERMANÊNCIA CONTÍNUA
Sala de leitura	5	ÁREA DE PERMANÊNCIA CONTÍNUA
Sala de informática	5	ÁREA DE PERMANÊNCIA CONTÍNUA
Depósito	1	ÁREA DE BAIXA PERMANÊNCIA
Vivência		
Cozinha	5	ÁREA DE PERMANÊNCIA CONTÍNUA
Despensa	1	ÁREA DE BAIXA PERMANÊNCIA
Refeitório	5	ÁREA DE PERMANÊNCIA CONTÍNUA
Cantina	4	ÁREA DE PERMANÊNCIA CONTÍNUA-MÉDIA
Conj. Sanit. Alunos	1	ÁREA DE BAIXA PERMANÊNCIA
Conj. Vest. Alunos	2	ÁREA DE PERMANÊNCIA MÉDIA-BAIXA
Grémio	3	ÁREA DE PERMANÊNCIA MÉDIA
Dep. Mat. Ed. Física	1	ÁREA DE BAIXA PERMANÊNCIA
Quadra Coberta	2	ÁREA DE PERMANÊNCIA MÉDIA-BAIXA
Quadra Descoberta	5	ÁREA DE PERMANÊNCIA CONTÍNUA
Espaço Multiesportivo	4	ÁREA DE PERMANÊNCIA CONTÍNUA-MÉDIA
Espaço de Convivência	4	ÁREA DE PERMANÊNCIA CONTÍNUA-MÉDIA
Pátio coberto	4	ÁREA DE PERMANÊNCIA CONTÍNUA-MÉDIA
Serviços		
Dep. Mat. Limpeza	1	ÁREA DE BAIXA PERMANÊNCIA
Conj. Sanit. Func.	1	ÁREA DE BAIXA PERMANÊNCIA

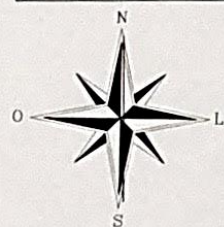
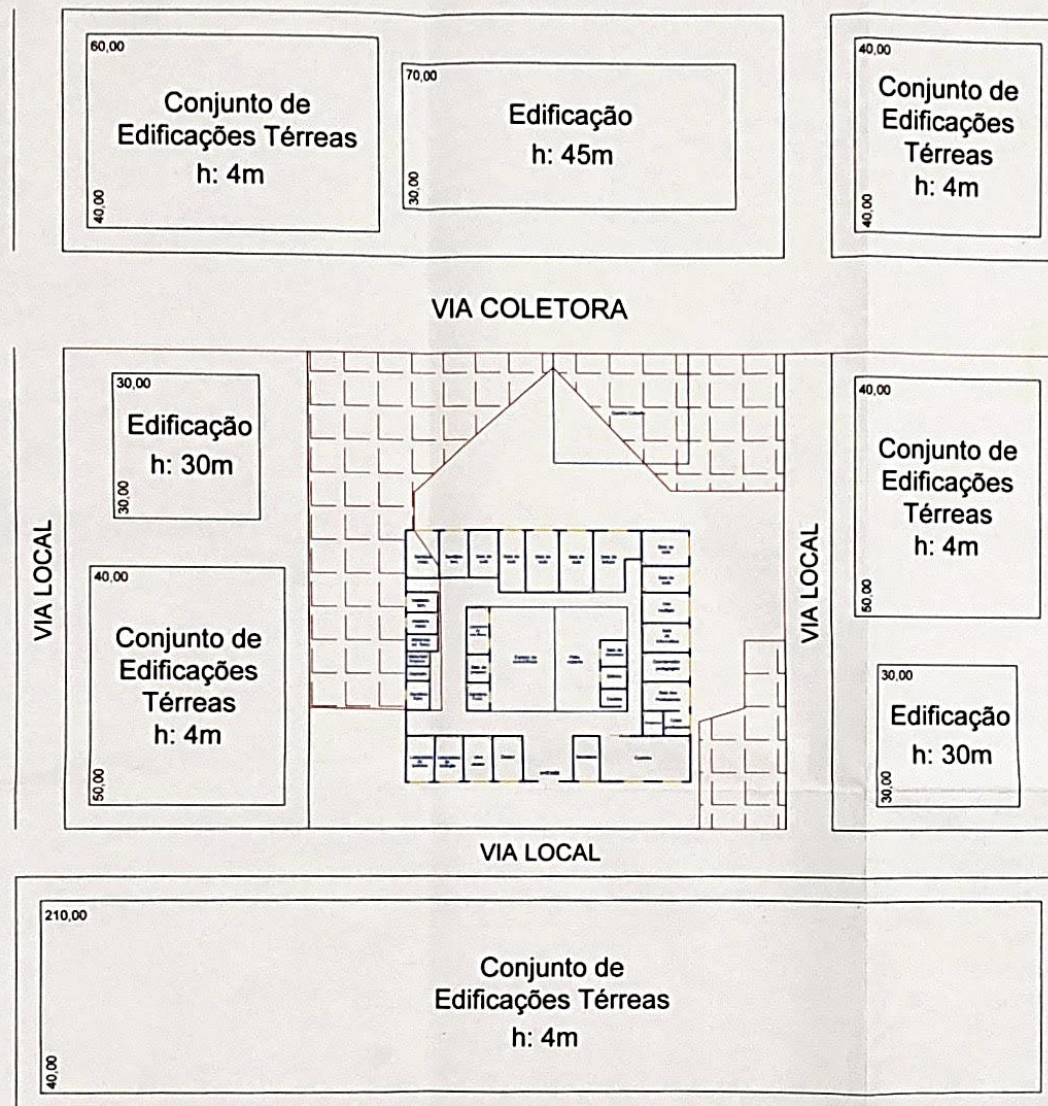


O projeto apresenta a interferência solar somente no período da manhã. No período da tarde, o sol é refletido na face Oeste, Norte e Sul, durante todo o dia. Por conta disso, acontece o fechamento denso na face Oeste.



Conforto Ambiental	Folha 1/1

IMPLANTAÇÃO DO PROJETO



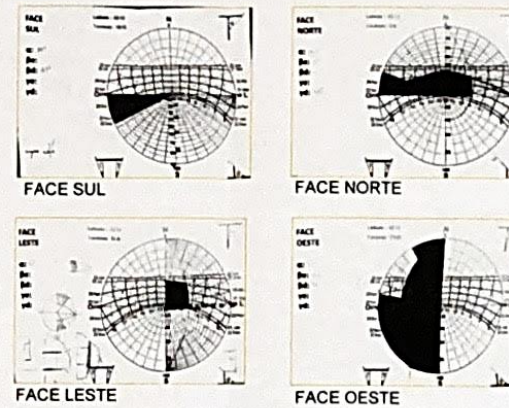
Legenda:

- Edificação
- Projeção de sombra
- Esquadrias

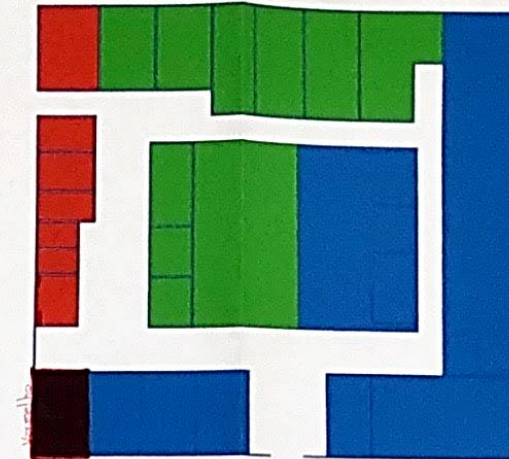
Identificação das estratégias bioclimáticas ideais para a cidade de Marília

Indicadores de desempenho bioclimático									
Indicador	Valor	Unidade	Valor	Unidade	Valor	Unidade	Valor	Unidade	Valor
1.1.1.1	10.0	h	10.0	h	10.0	h	10.0	h	10.0
1.1.1.2	10.0	h	10.0	h	10.0	h	10.0	h	10.0
1.1.1.3	10.0	h	10.0	h	10.0	h	10.0	h	10.0
1.1.1.4	10.0	h	10.0	h	10.0	h	10.0	h	10.0
1.1.1.5	10.0	h	10.0	h	10.0	h	10.0	h	10.0
1.1.1.6	10.0	h	10.0	h	10.0	h	10.0	h	10.0
1.1.1.7	10.0	h	10.0	h	10.0	h	10.0	h	10.0
1.1.1.8	10.0	h	10.0	h	10.0	h	10.0	h	10.0
1.1.1.9	10.0	h	10.0	h	10.0	h	10.0	h	10.0
1.1.1.10	10.0	h	10.0	h	10.0	h	10.0	h	10.0

Máscaras de sombras das proteções solares



Mapeamento térmico do projeto

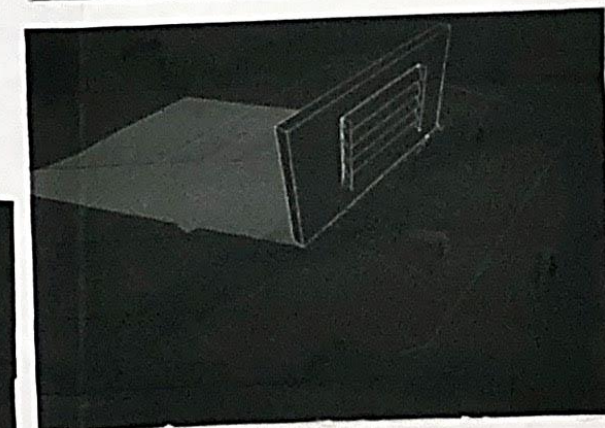
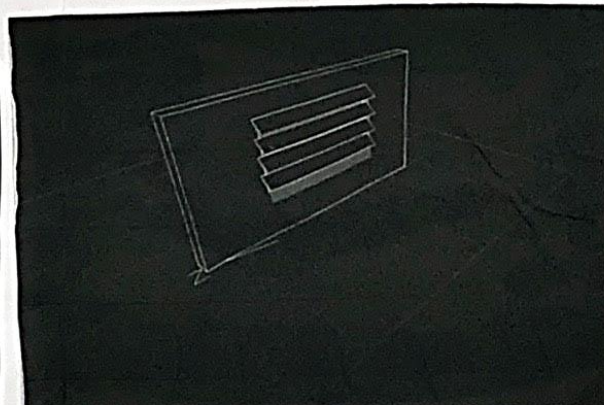
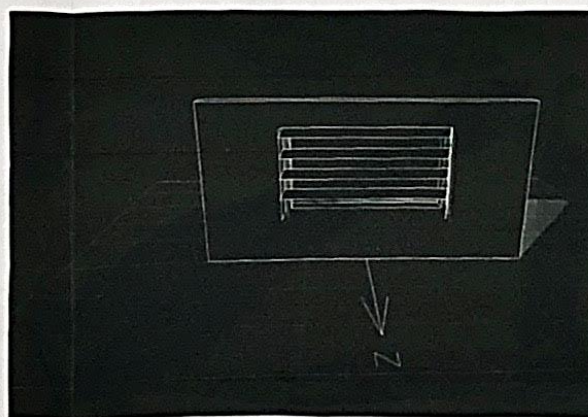


Legenda:

- Zona de alta temperatura
- Zona de baixa temperatura
- Zona de média temperatura

Tabulação bioclimática do programa de necessidades

AMBIENTE	TEMPO DE PERMANÊNCIA		VESTIMENTA		ATIVIDADE METABÓLICA		C.P. EQUIPAMENTOS		TOTAL
	ABSOLUTO	RELATIVO	ABSOLUTO	RELATIVO	ABSOLUTO	RELATIVO	ABSOLUTO	RELATIVO	
Cozinha	4	1.33	5	2.50	5	1.00	5	1.67	6.50
Lab. Química e biologia	2	0.67	4	2.00	4	0.80	5	1.67	5.13
Secretaria	5	1.67	3	1.50	3	0.60	4	1.33	5.10
Diretor	4	1.33	4	2.00	3	0.60	3	1.00	4.93
Vice Diretor	3	1.00	4	2.00	3	0.60	3	1.00	4.60
Coord. Pedagógico	2	0.67	4	2.00	4	0.80	3	1.00	4.47
Sala de informática	2	0.67	3	1.50	3	0.60	4	1.33	4.10
Uso múltiplo	2	0.67	3	1.50	3	0.60	3	1.00	4.00
Quadra Coberta	3	1.00	2	1.00	5	1.00	3	1.00	4.00
Sala de aula	2	0.67	3	1.50	4	0.80	3	1.00	3.97
Sala de recursos	2	0.67	3	1.50	2	0.40	4	1.33	3.90
Lab mat e física	2	0.67	3	1.50	3	0.60	3	1.00	3.77
Sala de preparo	0.8	0.27	3	1.50	3	0.60	4	1.33	3.70
Espaço de convivência	3	1.00	2	1.00	4	0.80	2	0.67	3.47
Sala de leitura	2	0.67	3	1.50	3	0.60	2	0.67	3.43
Capitão	1	0.33	2	1.00	3	0.60	4	1.33	3.27
Pátio Coberto	3	1.00	2	1.00	3	0.60	2	0.67	3.27
Professores	1	0.33	3	1.50	2	0.40	3	1.00	3.23
Copa/Professores	1	0.33	3	1.50	1.5	0.30	3	1.00	3.13
Dep. De materiais de limpeza	0.5	0.17	3	1.50	3	0.60	2	0.67	2.93
Deposito	0.5	0.17	3	1.50	3	0.60	2	0.67	2.93
Dep. De materiais de Ed.Física	0.8	0.27	2	1.00	3	0.60	3	1.00	2.87
Armazenado	0.5	0.17	3	1.50	4	0.80	1	0.33	2.80
Dispensário	0.5	0.17	3	1.50	2	0.40	2	0.67	2.73
Refeitório	1	0.33	2	1.00	3	0.60	2	0.67	2.60
Gremio	1	0.33	2	1.00	2	0.40	2	0.67	2.40
Conj Vestário de Alunos	1	0.33	1	0.50	3	0.60	2	0.67	2.10
Conj. Sanitário de Funcionários	0.8	0.27	1	0.50	3	0.60	2	0.67	2.03
Conj. Sanitário de Alunos	0.8	0.27	1	0.50	3	0.60	1	0.33	1.70
Conj. Sanitário ADM.	0.8	0.27	1	0.50	2.5	0.50	1	0.33	1.60
TOTAL	63		81		83		64		



O edifício foi implantado no centro do terreno, de forma a não receber a maior parte das sombras projetadas pelas edificações, devido a essas sombras serem no período do inverno.



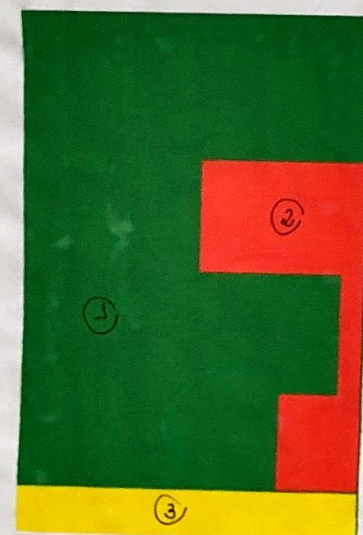
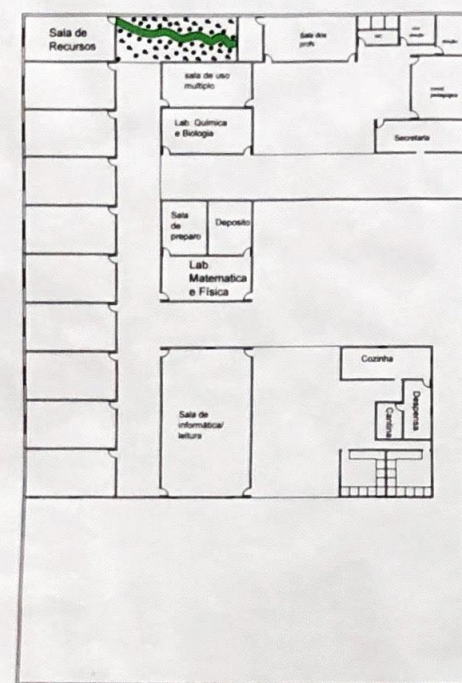
CONFORTO AMBIENTAL

Faculdade do Interior Paulista - FAIP

Docente: João Victor Lima

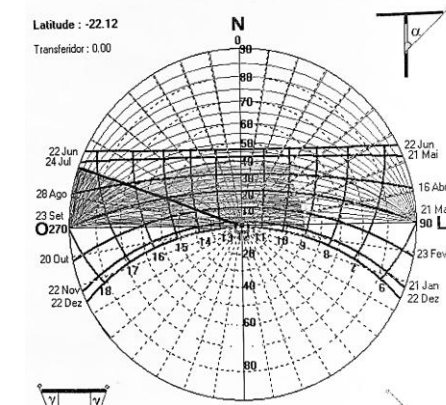
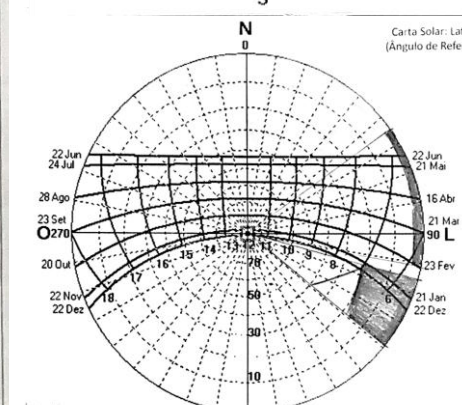
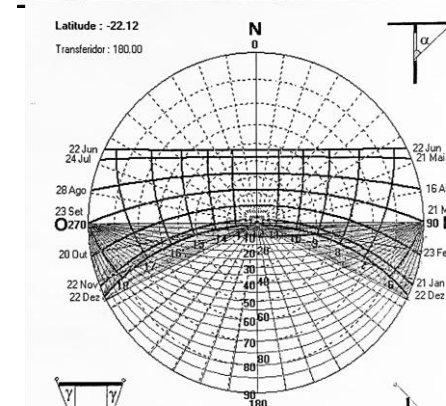
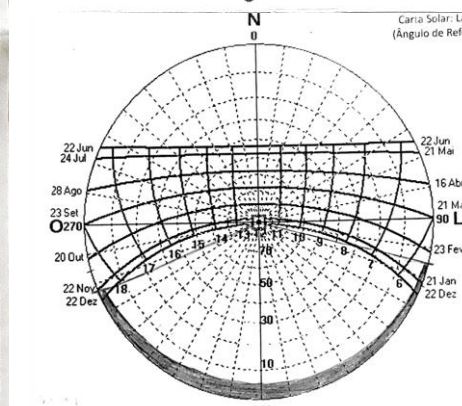
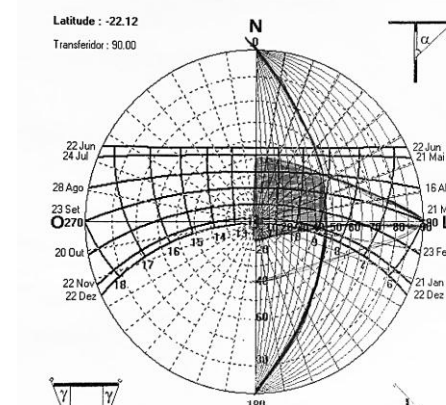
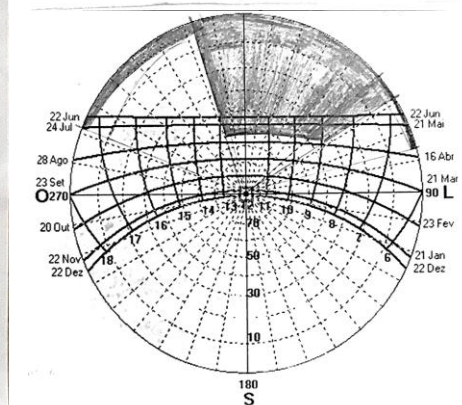
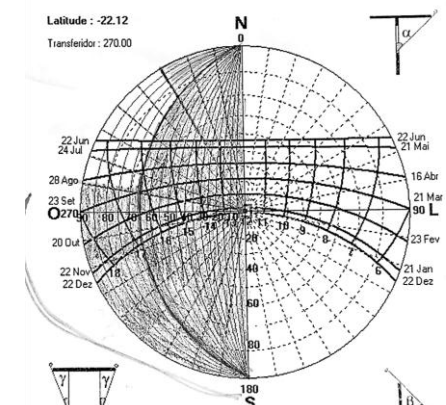
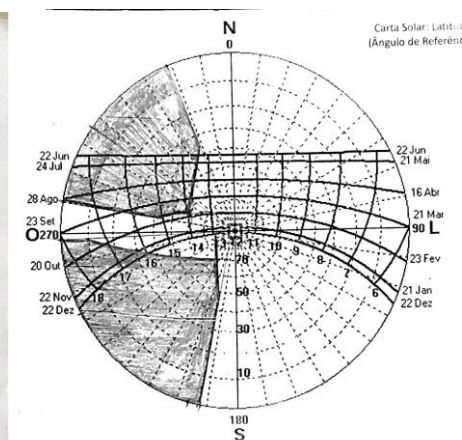
Aluno: João Victor Lima

Painel 01



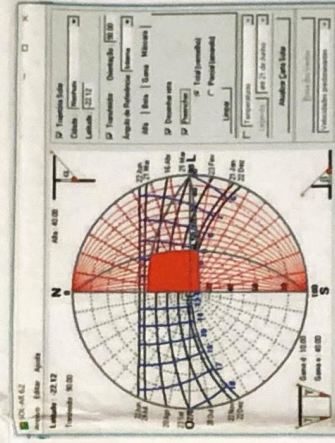
- Sumber di Tasek Gnuo
1. Embun
 2. Sol Temp Tadi
 3. Embun Padi

AMBIENTE	COPV M2		COPV M2		COPV M2		COPV M2		COPV M2		TOTAL
	ABSOLUTO	RELATIVO	ABSOLUTO	RELATIVO	ABSOLUTO	RELATIVO	ABSOLUTO	RELATIVO	ABSOLUTO	RELATIVO	
DETOR	10	0,05	5	0,05	2	0,02	2	0,02	2	0,02	0,14
VICE-DETOR	10	0,05	5	0,05	2	0,02	2	0,02	2	0,02	0,14
SECRETARIA	3	0,02	3	0,03	2	0,02	2	0,02	2	0,02	0,09
ALMOXARIFADO	1	0,01	3	0,03	2	0,02	2	0,02	2	0,02	0,09
CODPO PEDAGOGICO	10	0,05	4	0,04	2	0,02	2	0,02	2	0,02	0,09
SALA PROFESSORES	6	0,03	3	0,03	2	0,02	2	0,02	2	0,02	0,09
COPA PROFESSORES	8	0,04	3	0,03	2	0,02	2	0,02	2	0,02	0,11
CONJ. SANITARIO ADM	0,25	0,00	5	0,05	1	0,01	1	0,01	1	0,01	0,07
LABORATORIO	10	0,05	3	0,03	3	0,03	3	0,03	3	0,04	0,09
LABORATORIO	10	0,05	3	0,03	3	0,03	3	0,03	3	0,04	0,09
LABORATORIO	8	0,04	3	0,03	3	0,03	3	0,03	3	0,04	0,10
LABORATORIO	8	0,04	3	0,03	3	0,03	3	0,03	3	0,04	0,10
LABORATORIO	8	0,04	3	0,03	3	0,03	3	0,03	3	0,04	0,10
LABORATORIO	8	0,04	3	0,03	3	0,03	3	0,03	3	0,04	0,10
SALA DE ATENDIMENTO	7	0,04	3	0,03	3	0,03	1	0,01	1	0,01	0,11
SALA DE ATENDIMENTO	7	0,04	3	0,03	3	0,03	3	0,03	2	0,02	0,12
DETO	0,5	0,00	3	0,03	2	0,02	1	0,01	1	0,01	0,07
LABORATORIO	3	0,02	3	0,03	6	0,05	3	0,04	3	0,04	0,09
LABORATORIO	3	0,01	3	0,03	5	0,05	2	0,02	2	0,02	0,12
LABORATORIO	5	0,03	4	0,04	4	0,04	2	0,02	2	0,02	0,12
LABORATORIO	10	0,05	3	0,03	4	0,04	3	0,04	3	0,04	0,16
LABORATORIO	1	0,01	3	0,03	1	0,01	2	0,02	2	0,02	0,07
LABORATORIO	1	0,01	3	0,03	1	0,01	2	0,02	2	0,02	0,07
LABORATORIO	4	0,02	3	0,03	2	0,02	2	0,02	2	0,02	0,09
LABORATORIO	1	0,01	3	0,03	2	0,02	1	0,01	1	0,01	0,07
LABORATORIO	8	0,04	1	0,01	6	0,05	5	0,06	5	0,06	0,16
LABORATORIO	8	0,04	1	0,01	5	0,05	5	0,06	5	0,06	0,16
LABORATORIO	3	0,05	3	0,03	5	0,05	5	0,06	5	0,06	0,16
LABORATORIO	8	0,04	3	0,03	5	0,05	5	0,06	5	0,06	0,16
LABORATORIO	1	0,01	3	0,03	2	0,02	1	0,01	1	0,01	0,07
LABORATORIO	0,25	0,00	3	0,03	2	0,02	1	0,01	1	0,01	0,07
TOTAL	200				57		84				

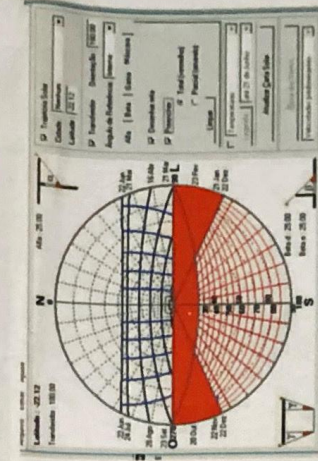


[illegible]

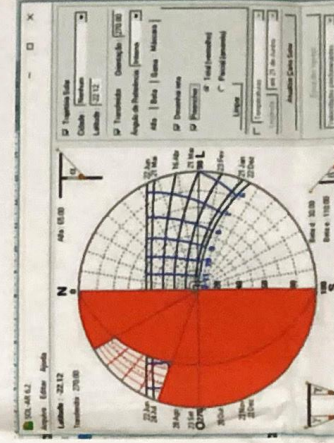
MÁSCARA DE SOMBRA IDEAL PARA CADA FACE



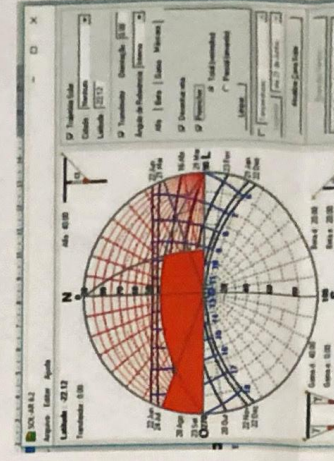
FACE LESTE



FACE SUL

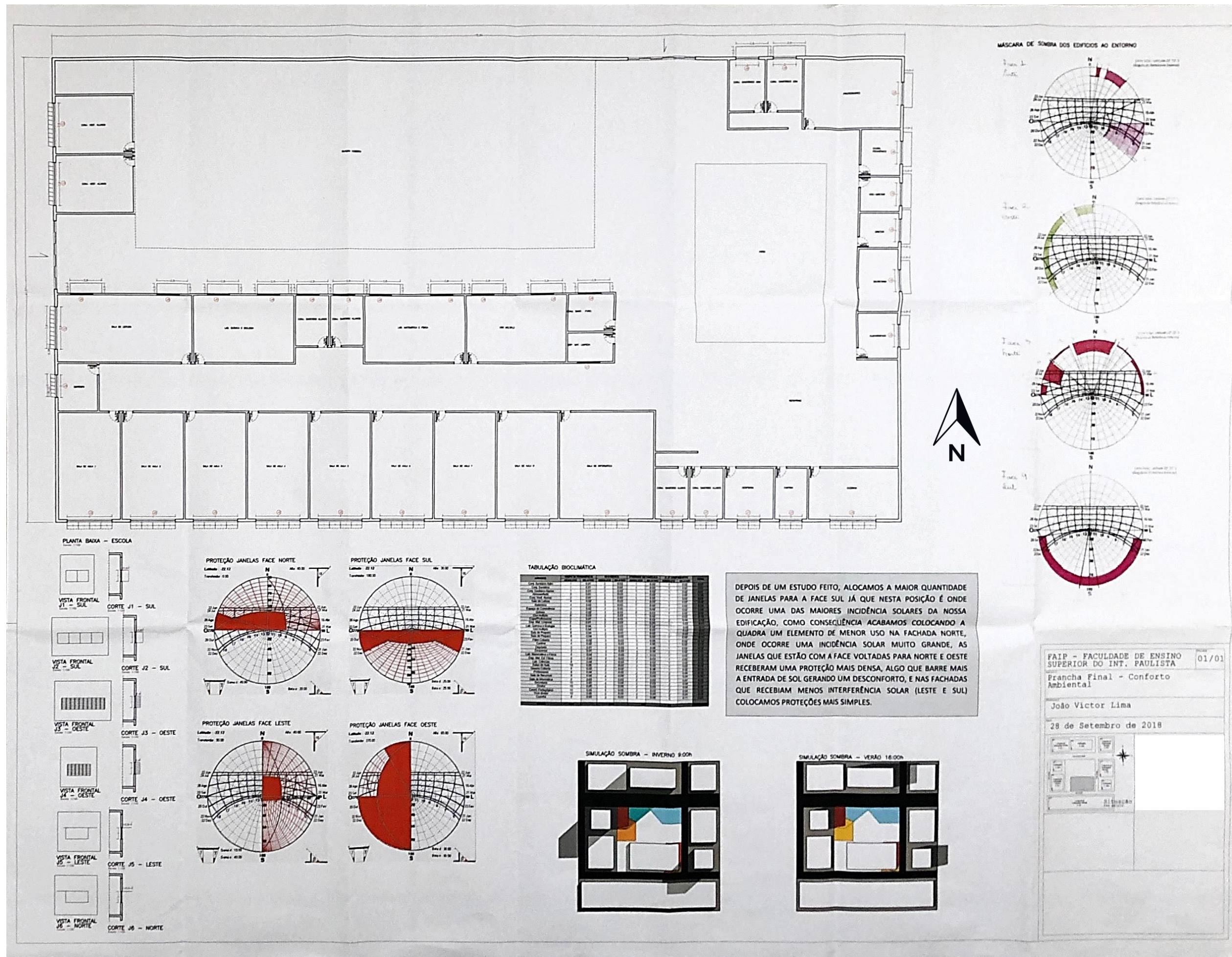


FACE OESTE



FACE NORTE

[illegible]

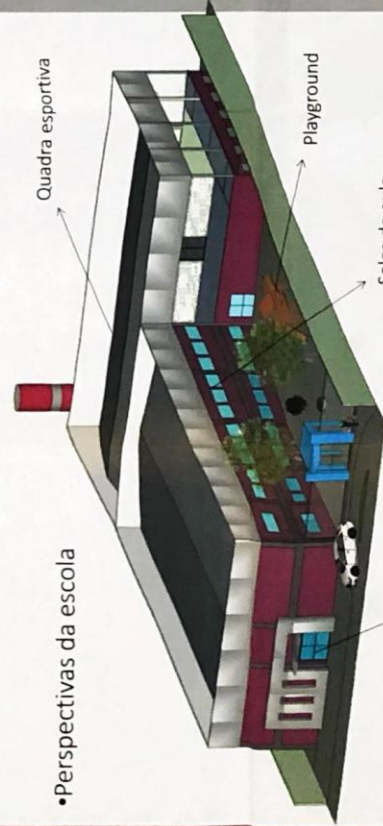


PROJETO BIOCLIMÁTICO ESCOLAR

• Identificação das estratégias bioclimáticas ideais para Marília

DADOS CLIMÁTICOS - Lima/Marília									
Mês	Temperatura		Umidade Relativa Média		Insolação		Vento		Somb.
	Max	Min	Max	Min	Horas	%	Velocidade	Dir.	
Jan	24.1	18.9	20.7	77.5	8.53				
Fev	24.8	19.1	20.7	78.7	9.49				
Mar	24.8	19.1	20.7	78.7	10.44				
Abr	22.9	18.5	18.7	76.0	10.44				
Mai	19.7	16.1	14.9	71.1	11.4				
Jun	20.5	17.9	14.0	51.8	14.12				
Jul	22.1	19.3	16.5	56.7	14.12				
Ago	21.6	19.0	15.1	55.4	14.12				
Sep	24.7	19.7	15.5	65.0	11.9				
Out	24.8	19.2	16.0	12.37					
Nov	25.1	19.7	16.2	12.37					
Dez	25.1	19.7	16.2	12.37					

• Perspectivas da escola



Entrada principal

Salas de aula

Playground

Quadra esportiva



Parte de trás da quadra esportiva

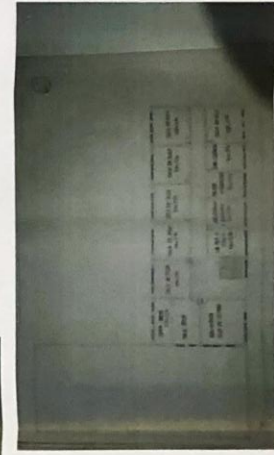
Vista lateral esquerda

Vista lateral direita

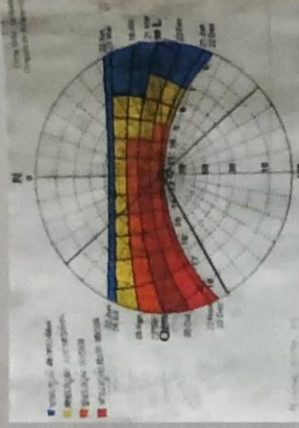


Implantação

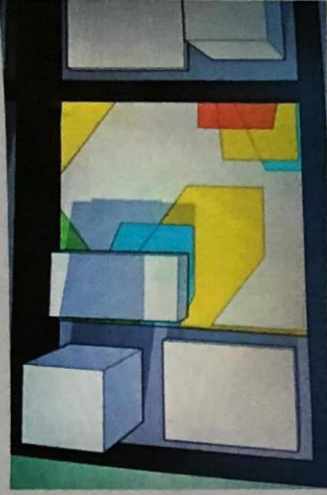
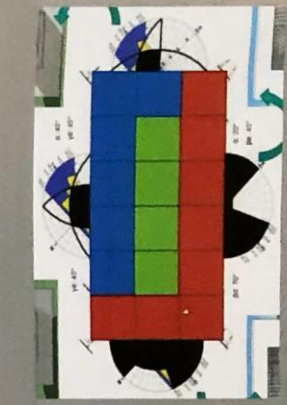
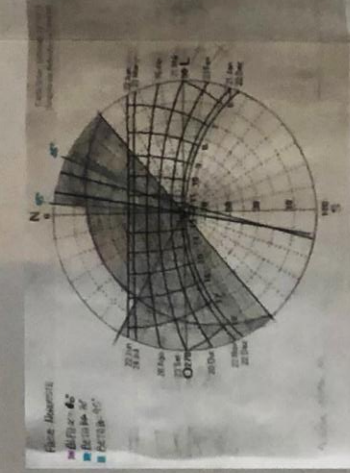
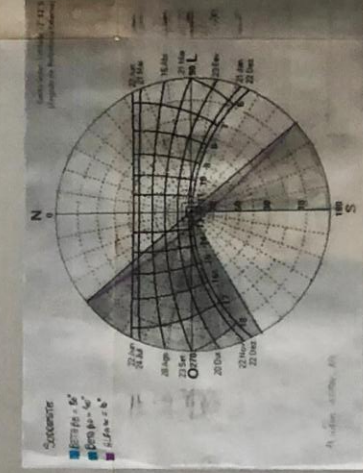
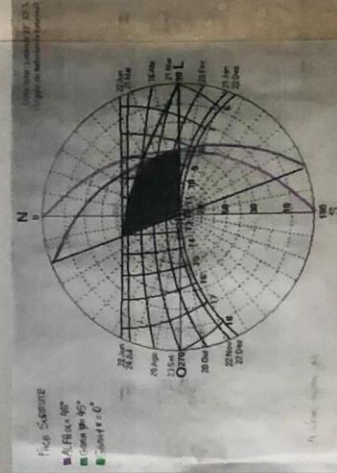
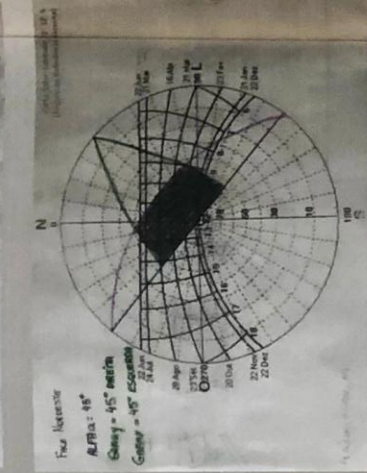
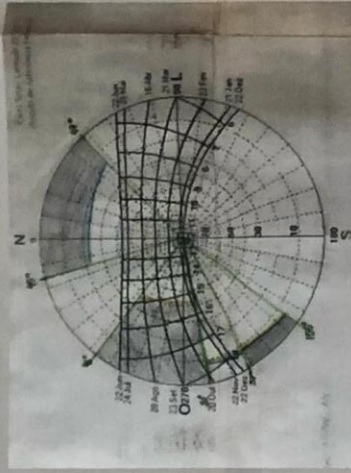
Planta tipo térreo



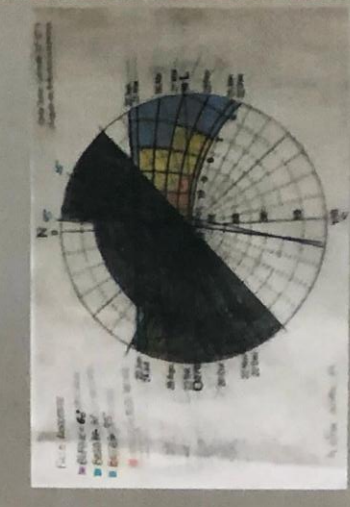
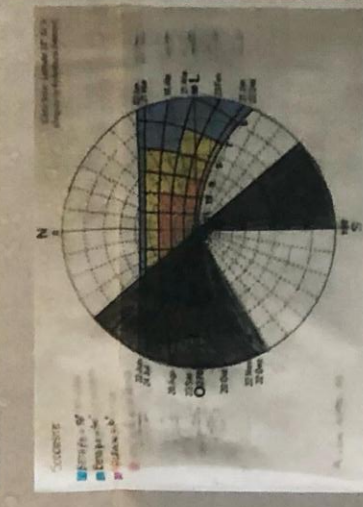
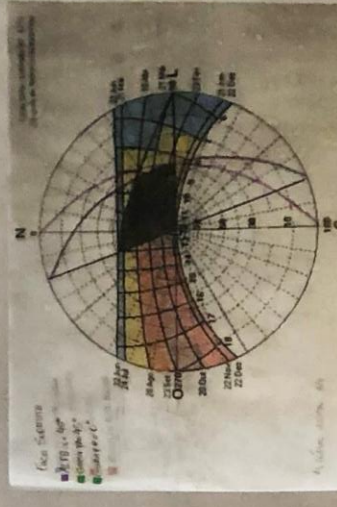
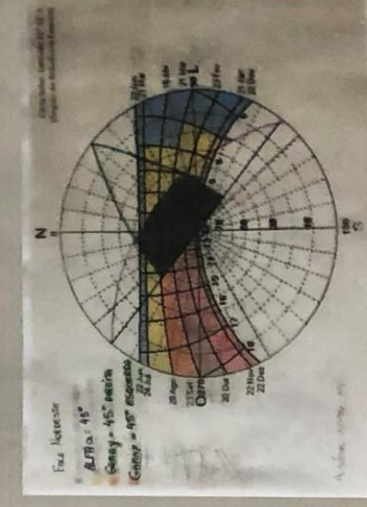
Planta tipo superior



• Traçado das máscaras de sombra do entorno



• Lugar e formato da implantação



EQUIPE

PROJETO
BIOCLIMÁTICO
ESCOLAR
CONFORTO
AMBIENTAL

Ciclo II + E.M.	M7 4 a 7 salas			M8 8 a 11 salas			M9 12 a 15 salas		
Ambientes	Ficha	Qtd.	Área (m²)	Ficha	Qtd.	Área (m²)	Ficha	Qtd.	Área (m²)
Direção/Administração									
Diretor	01A	1	9,72	01A	1	9,72	01A	1	9,72
Vice-diretor	02A	1	9,72	02A	1	9,72	02B	1	12,96
Secretaria	03A	1	19,44	03B	1	32,40	03C	1	45,36
Almoxarifado	04A	1	6,48	04B	1	12,96	04C	1	16,20
Coord. Pedagógico	05A	1	9,72	05B	1	12,96	05B	1	12,96
Professores	06A	1	42,12	06B	1	51,84	06C	1	68,04
Copa / Professores	06A	1	9,72	06B	1	12,96	06C	1	16,20
Conj. Sanit. Adm.	07A	1	14,58	07B	1	25,92	07B	1	25,92
Pedagógico									
Sala de aula	08A	4/7	51,84	08A	8/11	51,84	08A	12/15	51,84
Sala de recursos	09A	1	25,92	09B	1	51,84	09B	1	51,84
Uso múltiplo									
Lab. Ciências									
Sala de Preparo									
Uso Múltiplo	11A	1	51,84	11A	1	51,84	11A	1	51,84
Lab. Química e Biologia	12A	1	51,84	12A	1	51,84	12A	1	51,84
Sala de Preparo	12A	1	25,92	12A	1	25,92	12A	1	25,92
Lab. Matemática e Física	12A	1	51,84	12A	1	51,84	12A	1	51,84
Sala de leitura	13A	1	77,76	13A	1	77,76	13A	1	77,76
Sala de Informática	14B	1	77,76	14B	1	77,76	14B	1	77,76
Depósito	15A	1	12,96	15A	1	12,96	15A	1	12,96
Vivência									
Cozinha	16A	1	28,35	16B	1	32,40	16B	1	32,40
Despensa	16A	1	11,34	16B	1	19,44	16B	1	19,44
Refeitório	17B	1	129,60	17C	1	155,52	17C	1	155,52
Cantina	18A	1	9,72	18A	1	9,72	18A	1	9,72
Conj. sanit. alunos	19A	1	51,84	19A	1	51,84	19A	1	78,57
Conj. vest. alunos	19A	1	58,32	19A	1	71,28	19A	1	71,28
Grémio	20A	1	12,96	20B	1	25,96	20B	1	25,96
Dep. Mat. Ed. Física	21A	1	9,72	21A	1	9,72	21B	1	12,96
Quadra coberta	22A	1	700,00	22A	1	700,00	22A	1	700,00
Quadra descoberta*							22B	1	600,00
Espaço multiesportivo									
Espaço de Convivência**	23A	1	200,00	23A	1	200,00	23A	1	200,00
Pátio coberto	24A	1	129,60	24A	1	194,40	24A	1	259,20
Serviços									
Dep. Mat. Limpeza	25A	1	6,48	25B	1	9,72	25B	1	9,72
Conj. Sanit. Func.	26A	1	12,96	26A	1	12,96	26A	1	12,96

Número de salas de aula	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Sub-total	1.035,99	1.087,83	1.139,67	1.191,51	1.383,48	1.435,32	1.487,16	1.539,00	1.659,69	1.711,53	1.763,37	1.815,21
Área de circulação	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
	310,80	326,35	341,90	357,45	415,04	430,60	446,15	461,70	497,91	513,46	529,01	544,56
Pátio Cob. + Quadra cob.	829,60	829,60	829,60	829,60	894,40	894,40	894,40	894,40	959,20	959,20	959,20	959,20
Área total construída	2.176,39	2.243,78	2.311,17	2.378,56	2.692,92	2.760,32	2.827,71	2.895,10	3.116,80	3.184,19	3.251,58	3.318,97

* Em prédios com capacidades de 12 a 15 salas, poderá ser implantado, à critério de projeto, espaço multiesportivo para o Ciclo I ou quadra descoberta para o Ciclo II e Ensino Médio.

** A área sugerida para o espaço de convivência deve ser considerada como área descoberta e poderá sofrer alteração à critério de projeto.

ÍNDICES DE ESTILOS DE APRENDIZAGEM
INDEX OF LEARNING STYLES (ILS)

O índice de Estilos de Aprendizagem é um instrumento utilizado para determinar as preferências nas quatro dimensões (ativo/reflexivo, sensorial/intuitivo, visual/verbal e seqüência/global) do modelo de estilos de aprendizagem formulado por Richard Felder e Linda K. Silverman. (O modelo também contém uma quinta dimensão — indutivo/dedutivo — que não está contemplada neste índice). O instrumento está sendo desenvolvido por Barbara A. Soloman e Richard M. Felder na North Caroline State University.

Uma versão preliminar de ILS foi testada em 1994 e 1995; os resultados foram submetidos a análise fatorial, e alguns itens que não apresentaram uma discriminação perceptível foram substituídos. A versão revisada do ILS pode ser obtida na internet (<http://www.ncsu.edu/felder-public/ILSpage.html>).

Na utilização do ILS, o usuário deverá estar atento para dois pontos importantes:

1. O ILS ainda está em desenvolvimento e não pode ser considerado como um instrumento validado. Os resultados fornecem uma indicação das preferências individuais de aprendizagem e, provavelmente, uma indicação ainda melhor do perfil de preferências de um grupo de estudantes (por exemplo, uma turma), mas eles devem ser utilizados com cautela.
2. O perfil do estilo de aprendizagem de um estudante fornece uma indicação dos prováveis pontos fortes e possíveis tendências ou hábitos que poderiam estar conduzindo a dificuldades na vida acadêmica. O perfil **não** reflete a adequabilidade ou inadequabilidade do estudante para com uma determinada matéria, curso ou profissão. Rotular os estudantes desta maneira é no mínimo um grande engano e pode ser destrutivo se os estudantes utilizarem o rótulo como justificativa para mudanças drásticas de curso ou de propósito profissionais.

O presente documento é uma primeira versão da tradução para o português do texto original, realizada por Marcius F. Giorgetti e Mídia Pavan Kuri, para utilização no curso de sua responsabilidade “SHS – 722 Metodologia de Ensino de Engenharia”, oferecido conjuntamente pela Área de Pós-graduação Hidráulica e Saneamento e pelo centro de Tecnologia Educacional para Engenharia – CETEPE, da Escola de Engenharia de São Carlos – USP

ÍNDICE DE ESTILOS DE APRENDIZAGEM

por
Barbara A. Soloman & Richard M. Felder
North Carolina State University

Nome.....	Dossier n.º
Idade Data de nascimento...../...../.....	Data de aplicação...../...../.....
Naturalidade.....Est. Civil.....Sexo.....	
Escolaridade.....Profissão.....	Aplicador
Ocupação atual.....	
Motivo da aplicação:	

INSTRUÇÕES

Faça um “X” na letra “a” ou “b” para indicar sua resposta a cada uma das questões. Por favor assinale apenas uma alternativa para cada questão. Se as duas alternativas “a” e “b” se aplicam a você, escolha aquela que é mais freqüente.

1	Eu compreendo melhor alguma coisa depois de
a	experimentar.
b	refletir sobre ela.
2	Eu me considero
a	realista.
b	inovador(a)
3	Quando eu penso sobre o que fiz ontem, é mais provável que aflorem
a	figuras.
b	palavras.
4	Eu tendo a
a	compreender os detalhes de um assunto, mas a estrutura geral pode ficar imprecisa.
b	compreender a estrutura geral de um assunto, mas os detalhes podem ficar imprecisos.
5	Quando estou aprendendo algum assunto novo, me ajuda
a	falar sobre ele.
b	refletir sobre ele.
6	Se eu fosse um professor, eu preferiria ensinar uma disciplina
a	que trate com fatos e situações reais.
b	que trate com idéias e teorias.
7	Eu prefiro obter novas informações através de
a	figuras, diagramas, gráficos ou mapas.
b	instruções escritas ou informações verbais.
8	Quando eu compreendo
a	todas as partes, consigo entender o todo.
b	o todo, consigo ver como as partes se encaixam

9	Em um grupo de estudo, trabalhando um material difícil, eu provavelmente
a	tomo a iniciativa e contribuo com idéias.
b	assumo uma posição discreta e escuto.
10	Acho mais fácil
a	aprender fatos.
b	aprender conceitos.
11	Em um livro com uma porção de figuras e desenhos, eu provavelmente
a	observo as figuras e desenhos cuidadosamente.
b	atento para o texto escrito.
12	Quando resolvo problemas de matemática, eu
a	usualmente trabalho de maneira a resolver uma etapa de cada vez.
b	frequentemente antevio as soluções, mas tenho que me esforçar muito para conceber as etapas para chegar a elas.
13	Nas disciplinas que cursei eu
a	em geral fiz amizade com muitos dos colegas.
b	raramente fiz amizade com muitos dos colegas.
14	Em literatura de não-ficção, eu prefiro
a	algo que me ensine fatos novos ou me indique como fazer alguma coisa.
b	algo que me apresente novas idéias para pensar.
15	Eu gosto de professores
a	que colocam uma porção de diagramas no quadro.
b	que gastam bastante tempo explicando.
16	Quando estou analisando uma história ou novela eu
a	penso nos incidentes e tento colocá-los juntos para identificar os temas.
b	tenho consciência dos temas quando termino a leitura e então tenho que voltar atrás para encontrar os incidentes que os confirmem.
17	Quando início a resolução de um problema para casa, normalmente eu
a	começo a trabalhar imediatamente na solução.
b	primeiro tento compreender completamente o problema.
18	Prefiro a idéia do
a	certo.
b	teórico.
19	Relembro melhor
a	o que vejo.
b	o que ouço.
20	É mais importante para mim que o professor
a	apresente a matéria em etapas seqüências claras.
b	apresente um quadro geral e relacione a matéria com outros assuntos.
21	Eu prefiro estudar
a	em grupo.
b	sozinho(a).

22	Eu costumo ser considerado(a)
a	cuidadoso(a) com os detalhes do meu trabalho.
b	criativo(a) na maneira de realizar meu trabalho.
23	Quando busco orientação para chegar a um lugar desconhecido, eu prefiro
a	um mapa.
b	instruções por escrito.
24	Eu aprendo
a	num ritmo bastante regular. Se estudar pesado, eu “chego lá”.
b	em saltos. Fico totalmente confuso(a) por algum tempo, e então, repentinamente eu tenho um “estalo”.
25	Eu prefiro primeiro
a	experimentar as coisas.
b	pensar sobre como é que eu vou fazer.
26	Quando estou lendo como lazer, eu prefiro escritores que
a	explicitem claramente o que querem dizer.
b	dizem as coisas de maneira criativa, interessante.
27	Quando vejo um diagrama ou esquema em uma aula. Relembro mais facilmente
a	a figura.
b	o que o(a) professor(a) disse a respeito dela.
28	Quando considero um conjunto de informações, provavelmente eu
a	presto mais atenção nos detalhes e não percebo o quadro geral.
b	procuro compreender o quadro geral antes de atentar para os detalhes.
29	Relembro mais facilmente.
a	algo que fiz.
b	algo sobre o que pensei bastante.
30	Quando tenho uma tarefa para executar, eu prefiro
a	dominar uma maneira para a execução da tarefa.
b	encontrar novas maneiras para a execução da tarefa.
31	Quando alguém está me mostrando dados, eu prefiro
a	diagramas e gráficos.
b	texto sumarizando os resultados.
32	Quando escrevo um texto, eu prefiro trabalhar (pensar a respeito ou escrever)
a	a parte inicial do texto e avançar ordenadamente.
b	diferentes partes do texto e ordená-las depois.
33	Quando tenho que trabalhar em um projeto em grupo, eu prefiro que se faça primeiro
a	um debate (brainstorming) em grupo, onde todos contribuem com idéias.
b	um brainstorming individual, seguido de reunião do grupo para comparar idéias.
34	Considero um elogio chamar alguém de
a	sensível.
b	imaginativo.

35	Das pessoas que conheço em uma festa, provavelmente eu me recordo melhor
a	de sua aparência.
b	do que elas disseram de si mesmas.
36	Quando estou aprendendo um assunto novo, eu prefiro
a	concentrar-me no assunto, aprendendo o máximo possível.
b	tentar estabelecer conexões entre o assunto e outros com ele relacionados.
37	Mais provavelmente sou considerado(a)
a	expansivo(a).
b	reservado(a).
38	Prefiro disciplinas que enfatizam
a	material concreto (fatos, dados).
b	material abstrato (conceitos, teorias).
39	Para entretenimento, eu prefiro
a	assistir televisão.
b	ler um livro.
40	Alguns professores iniciam suas preleções com um resumo do que irão cobrir. Tais resumos são
a	de alguma utilidade para mim.
b	muito úteis para mim.
41	A idéia de fazer o trabalho de casa em grupo, com a mesma nota para todos do grupo,
a	me agrada.
b	não me agrada.
42	Quando estou fazendo cálculo longos
a	tendo a repetir todos os passos e conferir meu trabalho cuidadosamente.
b	acho cansativo conferir o meu trabalho e tenho que me esforçar para fazê-lo.
43	Tendo a descrever os lugares onde estive
a	com facilidade e com bom detalhamento.
b	com dificuldade e sem detalhamento.
44	Quando estou resolvendo problemas em grupo, mais provavelmente eu
a	penso nas etapas do processo de solução.
b	penso nas possíveis consequências, ou sobre a aplicações da solução para uma ampla faixa de áreas.

FOLHA DE RESPOSTAS

1. Coloque "1" nos espaços apropriados na tabela abaixo (por exemplo, se você respondeu "a" na questão 3 coloque o "1" na coluna "a" da Questão 3).
2. Some as colunas e escreva os totais nos espaços indicados.
3. Para cada uma das quatro escalas, subtraia o total menor do maior. Escreva a diferença (1 a 11) e a letra (a ou b) com o total maior.

Por exemplo, se na coluna "ACT/REF" você teve 4 respostas "a" e 7 respostas "b", nas celas reservadas aos totais, você escreverá o 4 na cela reservada à soma dos "a's" e o 7 na cela dos "b's"; e o "3b" na casela em branco logo abaixo – (o 3, resultado da subtração 7-4, e a letra "b" que corresponde à coluna que obteve mais respostas).

ATI/REF		SEM/INT				VIS/VER				SEQ/GLO				
Q	a	b	Q	a	b	Q	a	b	Q	a	b	Q	a	b
1			2			3			4					
5			6			7			8					
9			10			11			12					
13			14			15			16					
17			18			19			20					
21			22			23			24					
25			26			27			28					
29			30			31			32					
33			34			35			36					
37			38			39			40					
41			42			43			44					
Total (som. X's de cada coluna)														
ATI/REF		SEM/INT				VIS/VER				SEQ/GLO				
	a	b		a	b		a	b		a	b		a	b
(maior-menor) + letra do maior (veja exemplo abaixo*)														

*Exemplo: se você totalizou 3 para letra a e 8 para a letra b, entre com 5b.

ESCALAS DO ESTILO DE APRENDIZAGEM

Coloque um “X” nos seus escores em cada uma das escalas.

ATI												REF	
	11a	9a	7a	5a	3a	1a	1b	3b	5b	7b	9b	11b	

SEN												INT	
	11a	9a	7a	5a	3a	1a	1b	3b	5b	7b	9b	11b	

VIS												VER	
	11a	9a	7a	5a	3a	1a	1b	3b	5b	7b	9b	11b	

SEQ												GLO	
	11a	9a	7a	5a	3a	1a	1b	3b	5b	7b	9b	11b	

- Se seu escore na escala está entre 1 e 3 : você está claramente bem equilibrado(a) quanto às duas dimensões da escala.
- Se seu escore na escala é 5 ou 7 : você tem uma preferência moderada por uma das dimensões da escala e aprenderá mais facilmente se o ambiente de ensino favorecer esta dimensão.
- Se seu escore na escala é 9 ou 11 : você tem uma forte preferência por uma das dimensões da escala. Você pode ter dificuldades de aprendizagem em um ambiente que não favoreça essa preferência