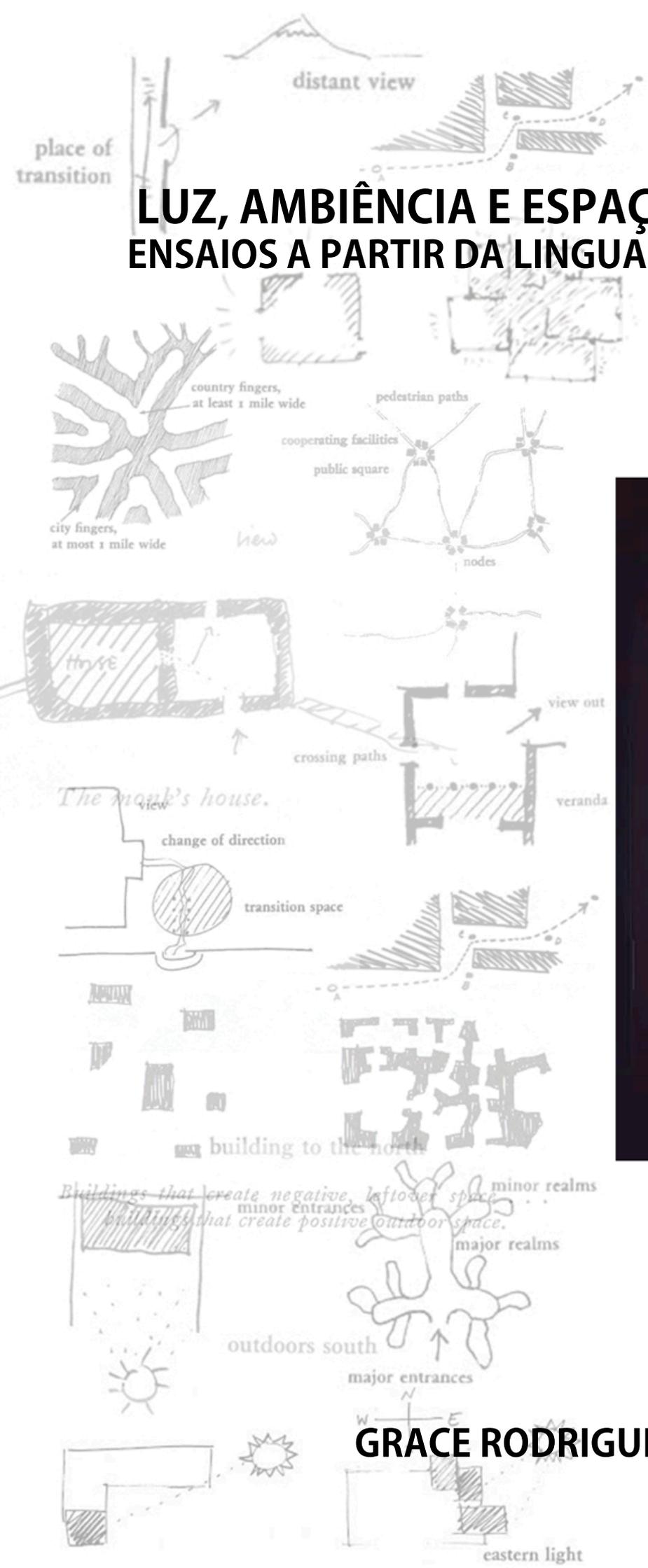


LUZ, AMBIÊNCIA E ESPAÇOS ESCOLARES: ENSAIOS A PARTIR DA LINGUAGEM DOS PADRÕES



GRACE RODRIGUES QUEIROZ

UNIVERSIDADE VILA VELHA - ES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E CIDADE

**LUZ, AMBIÊNCIA E ESPAÇOS ESCOLARES:
ENSAIOS A PARTIR DA LINGUAGEM DOS PADRÕES**

GRACE RODRIGUES QUEIROZ

VILA VELHA
ABRIL / 2019

UNIVERSIDADE VILA VELHA - ES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E CIDADE

**LUZ, AMBIÊNCIA E ESPAÇOS ESCOLARES:
ENSAIOS A PARTIR DA LINGUAGEM DOS PADRÕES**

Dissertação apresentada à Universidade Vila Velha, como pré-requisito do Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Cidade, para a obtenção do grau de Mestra em Arquitetura e Cidade.

GRACE RODRIGUES QUEIROZ

VILA VELHA
ABRIL / 2019

Catálogo na publicação elaborada pela Biblioteca Central / UVV-ES

Q31

Queiroz, Grace Rodrigues.

Luz, ambiência, espaços escolares: ensaios a partir da
Linguagem dos padrões / Grace Rodrigues Queiroz. – 2019.
221 f. : il.

Orientador: Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos
Coorientadora: Cynthia Marconsini Loureiro Santos.

Dissertação (mestrado em Arquitetura e Cidade) -
Universidade Vila Velha, 2018.
Inclui bibliografias.

1. Arquitetura de interiores. 2. Arquitetura – Qualidade.
3. Luz na arquitetura. I. Bastos, L. E. Gonçalves. II. Santos,
Cynthia M. Santos. III. Universidade Vila Velha. IV. Título.

CDD 729.24

GRACE RODRIGUES QUEIROZ

**LUZ, AMBIÊNCIA E ESPAÇOS ESCOLARES:
ENSAIOS A PARTIR DA LINGUAGEM DOS PADRÕES**

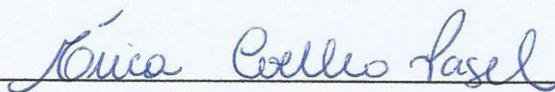
Dissertação ou Tese apresentada à
Universidade Vila Velha, como pré-
requisito do Programa de Pós-
Graduação em Arquitetura e Cidade,
para obtenção do grau de Mestre (a) em
Arquitetura e Cidade.

Aprovado em 22 de abril de 2019,

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Andrea Coelho Laranja - UFES



Prof. Dr. Érica Coelho Pagel - UVV



Prof. Dr. Cynthia Marconsini Loureiro Santos (UVV)
(Coorientador)

AGRADECIMENTOS

Gostaria de deixar registrado o meu muitíssimo obrigada àqueles que estiveram envolvidos em minha vida acadêmica e pessoal durante o período de realização deste trabalho.

Em primeiro lugar, muito obrigada à Prof.^a Dr.^a Cynthia Marconsini Loureiro Santos pelos ensinamentos e inúmeras orientações e revisões deste trabalho.

Aos membros da banca, agradeço a gentileza de aceitarem participar da avaliação desta dissertação. Em especial à professora Simone Neiva, pela atenção e longas conversas nos momentos de dúvidas, partilhando seus conhecimentos e contribuindo para o meu aprendizado.

A todos os professores das disciplinas cursadas no programa de pós-graduação em Arquitetura e Cidade, pelo conhecimento enriquecedor.

Aos colegas de turma, pelas trocas de experiências e momentos de descontração, surgindo muitas e novas amizades.

À minha Família, meu marido Lincoln Rohr e meus filhos Pedro e Isabella, que acreditaram em mim, por todo estímulo e compreensão nessa caminhada. Especialmente à minha filha, que, em breve, se tornará minha colega de profissão e uma grande arquiteta, pelo carinho e ajuda nas simulações e produções das imagens.

À Capes, pela concessão da bolsa de estudos.

“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001”.

“This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001”.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Contextualização	13
1.2	Objetivos	16
1.2.1	Objetivo geral	16
1.2.2	Objetivos específicos.....	16
1.3	Método	17
1.4	Estrutura do Trabalho.....	18
 PARTE I - FUNDAMENTAÇÃO		22
2	A ESCOLA DE ENSINO INFANTIL	22
2.1	Qualidade espacial na arquitetura.....	22
2.2	O espaço escolar de ensino infantil.....	26
2.2.1	Evolução e legislação da escola de ensino infantil.....	30
2.2.2	A escola na perspectiva atual.....	33
3	LUZ E ARQUITETURA	38
3.1	Luz e significado.....	38
3.1.1	Luz e lugar.....	45
3.1.2	Luz e sombra.....	48
3.2	Luz e percepção do espaço	50
3.2.1	Luz e cor.....	52
3.2.2	Luz e textura.....	55
3.2.3	Luz e forma	56
3.2.4	Interação interior x exterior.....	57
3.2.5	Delimitação e orientação	58
3.3	Luz no Espaço Escolar.....	58
3.4	Aspectos Quantitativos.....	66
3.4.1	Critérios relacionados ao desempenho da iluminação natural	67
3.4.1.1	Iluminância	67
3.4.1.2	Luminância	69
3.4.1.3	Uniformidade	70
3.4.1.4	Ofuscamento	71
3.4.1.5	Métodos de avaliação da eficiência da luz natural	73

3.4.2	Sistemas de iluminação natural.....	74
3.4.2.1	Aberturas laterais	75
3.4.2.2	Aberturas zenitais.....	75
3.4.3	Sistemas de sombreamento.....	76
3.4.3.1	Prateleira de luz ou light shelves	77
3.4.3.2	Brisas	78
4	TEORIA PROJETUAL DE CHRISTOPHER ALEXANDER	80
4.1	O Modo Intemporal de Construir	82
4.2	Uma Linguagem dos Padrões.....	89
	PARTE II - PROPOSIÇÕES.....	93
5	OS PADRÕES DE CHRISTOPHER ALEXANDER E OS PARÂMETROS PROJETUAIS NORMATIVOS.....	93
5.1	Seleção dos padrões de Christopher Alexander relacionados à iluminação natural.....	93
5.2	Síntese das recomendações para orientar a elaboração de projetos de unidades de educação infantil	96
5.3	Correlação entre os padrões de luz selecionados de Alexander e os parâmetros projetuais para ambientes escolares	98
6	PESQUISA DE CAMPO.....	102
6.1	Caracterização do objeto para pesquisa de campo	103
6.2	Passos metodológicos para pesquisa de campo	104
6.2.1	Observação do espaço.....	104
6.2.2	Registro da rotina	104
6.2.3	Entrevista semiestruturada.....	105
6.2.4	Poema dos desejos	106
6.2.5	Registros fotográficos.....	106
6.3	Resultados da pesquisa de campo	107
6.3.1	A creche	108
6.3.2	Grupo 5: interação das crianças e professoras com o espaço da sala de aula	111
6.3.3	Grupo 5: a rotina diária.....	119
6.4	Novos padrões observados.....	121
7	ENSAIOS PROJETUAIS	126

7.1	Passos metodológicos para os ensaios projetuais	126
7.2	Ensaio para a sala de atividades	128
7.2.1	Arranjo 1A	134
7.2.2	Arranjo 1B	138
7.2.3	Arranjo 2.....	143
7.2.4	Caracterização dos sistemas de iluminação natural nos Arranjos 1A e 1B.	145
8	SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS.....	151
8.1	Procedimentos metodológicos	151
8.2	Resultados das simulações computacionais	154
8.2.1	Resultado do Arranjo 1A	154
8.2.1.1	Comparação do Modelo1, Modelo 2 e Modelo 3 em relação a Iluminância	154
8.2.1.2	Comparação do Modelo1, Modelo 2 e Modelo 3 em relação a Luminância	159
8.2.1.3	Comparação do Modelo1, Modelo 2 e Modelo 3 em relação a Penetração Solar.....	164
8.2.1.4	Comparação do Modelo1, Modelo 2 e Modelo 3 em relação ao Daylight Factor.....	170
8.2.2	Resultado do Arranjo 1B	174
8.2.2.1	Resultado da Penetração Solar.....	176
8.2.2.2	Resultado da Iluminância	178
8.2.2.3	Resultado da Luminância	181
8.2.2.4	Resultado do Daylight Factor	183
9	CONCLUSÃO	186
10	REFERÊNCIAS.....	189
11	APÊNDICE – TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA	196
12	ANEXO – SIMULAÇÃO DO MODELO 3	197

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Capela Saint Benedict Peter Zumthor	25
Figura 2 - Escola secundária Copenhague - Dinamarca	36
Figura 3 - Wish School - São Paulo.....	36
Figura 4 - Teto do Panteão.....	39
Figura 5 - Igreja de Notre-Dame-du-Haut.....	42
Figura 6 - Convento de Sainte-Marie de Tourette	42
Figura 7 - Capela da Luz	44
Figura 8 - Interior da casa Japonesa	47
Figura 9 - Assembleia Nacional de Dacca.....	48
Figura 10 - Termas de Vals	49
Figura 11 - Instituto do Mundo Árabe - Paris	50
Figura 12 - Espectro Visível.....	53
Figura 13 - Variação da Luz e Cor.....	53
Figura 14 - Salk Institute.....	56
Figura 15 - Escola em Alto Pinheiros - São Paulo.....	59
Figura 16 - Kindergarten in Kanagawa - Japão	60
Figura 17 - Escola Guastalla - Itália.....	62
Figura 18 - Colégio Positivo Internacional - Curitiba, PR.....	63
Figura 19 - Creche Crysalis - Nova Zelândia.....	64
Figura 20 - Creche Crysalis - HN Nursery	65
Figura 21 - Creche MK-S Yokohama - Japão.....	66
Figura 22 - Área de tarefa e entorno imediato	70
Figura 23 - Prateleira de Luz	77
Figura 24 - Brise horizontal e Brise vertical	78
Figura 25 - Modo de representação de um mesmo esquema de requisitos	81
Figura 26 - Estar Vivo	83
Figura 27 - O Modo Intemporal.....	85
Figura 28 - Planta esquemática da Creche	104
Figura 29 - O espaço da Creche	108
Figura 30 - Brinquedoteca	109
Figura 31 - O espaço da sala de aula do grupo 5.....	111
Figura 32 - A cor na sala do grupo 5	113
Figura 33 - Cantinho da leitura	114
Figura 34 - Área livre no centro da sala.....	115
Figura 35 - Interação interior x exterior.....	116
Figura 36 - Janelas grandes.....	117
Figura 37 - Pátio de areia da frente	118
Figura 38 - Jardim	118
Figura 39 - Contação de história na biblioteca	120
Figura 40 - Aula de inglês na área livre no centro da sala.....	120
Figura 41 - Aula de educação física no pátio coberto.....	120
Figura 42 - Sala da Pré-Escola - adaptado do projeto Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE).....	127
Figura 43 - Ensaio projetual para a Sala de Atividades acomodando os padrões observados.....	129
Figura 44 - Interior as Sala de Atividades.....	130
Figura 45 - Sala de Atividades com simbologia dos padrões de Luz	131
Figura 46 - Ensaio projetual para Arranjo 1A.....	135

Figura 47 - Sala de Atividades com múltiplos usos	136
Figura 48 - Solário e terraço no Arranjo 1A	137
Figura 49 - Circulação aberta para o pátio descoberto.....	137
Figura 50 - Interação interior x exterior.....	138
Figura 51 - Ensaio projetual para Arranjo 1B.....	139
Figura 52 - Detalhe da claraboia	140
Figura 53 - Circulação interna do Arranjo 1B.....	141
Figura 54 - Detalhe do shed	141
Figura 55 - Ensaio projetual para o Arranjo 2	144
Figura 56 - Solário do Arranjo 2.....	145
Figura 57 - Modelo 1	146
Figura 58 - Modelo 2	146
Figura 59 - Modelo 3	147
Figura 60 - Resultado da iluminância às 10h nos dias 21/03, 21/06 e 21/12 no Modelo 1.....	155
Figura 61 - Resultado da iluminância às 16h nos dias 21/03, 21/06 e 21/12 no Modelo 1.....	155
Figura 62 - Resultado da iluminância às 10h nos dias 21/03, 21/06 e 21/12 no Modelo 2.....	156
Figura 63 - Resultado da iluminância às 16h nos dias 21/03, 21/06 e 21/12 no Modelo 2.....	156
Figura 64 - Resultado da iluminância às 10h nos dias 21/03, 21/06 e 21/12 no Modelo 3.....	157
Figura 65 - Resultado da iluminância às 16h nos dias 21/03, 21/06 e 21/12 no Modelo 3.....	157
Figura 66 - Renderização do Modelo 3 em março às 10h.....	158
Figura 67 - Resultado da luminância na Fachada Oeste para os Modelos 1, 2 e 3	159
Figura 68 - Resultado da luminância na Fachada Leste para os Modelos 1, 2 e 3	161
Figura 69 - Resultado da Penetração Solar às 13h e 16h nos dias 21/03, 21/06 e 21/12 para a Fachada Oeste.....	165
Figura 70 - Resultado da penetração solar às 8h no mês de junho para os Modelos 1, 2 e 3	166
Figura 71 - Resultado da Penetração Solar às 8h e 10h nos dias 21/03, 21/06 e 21/12 para a Fachada Leste.....	167
Figura 72 - Resultado do Daylight Factor no Modelo 1	171
Figura 73 - Resultado do Daylight Factor no Modelo 2	172
Figura 74 - Resultado do Daylight Factor no Modelo 3	173
Figura 75 - Sala de atividades em junho às 10h.....	173
Figura 76 - Sala de atividades em março às 16h	174
Figura 77 - Resultado da luminância em março às 8h, 10h, 13h e 16h.....	175
Figura 78 - Resultado da Penetração solar com abertura em lanternin voltada para o oeste	176
Figura 79 - Resultado da Penetração Solar às 8h nos dias 21/03, 21/06 e 21/12..	177
Figura 80 - Resultado da Penetração Solar na circulação às 10h e 13h nos dias 21/03, 21/06 e 21/12	178
Figura 81 - Resultado da Iluminância às 8h nos dias 21/03, 21/06 e 21/12	179
Figura 82 - Resultado da Iluminância às 10h nos dias 21/03, 21/06 e 21/12	180
Figura 83 - Resultado da Iluminância às 13h nos dias 21/03, 21/06 e 21/12	180
Figura 84 - Resultado da Iluminância às 16h nos dias 21/03, 21/06 e 21/12	181

Figura 85 - Resulta da luminância às 8h, 10h, 13h e 16h, nos dias 21/03, 21/06 e 21/12	182
Figura 86 - Resultado do Daylight Factor no Arranjo 1B	184
Figura 87 - Sala de Atividades e circulação com aberturas zenitais.....	185

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Planejamento dos Ambientes (áreas), tarefas e atividades com a especificação da iluminância, limitação de ofuscamento e qualidade da cor.	68
Quadro 2 - Iluminância da tarefa e do entorno imediato.....	69
Quadro 3 - Faixa de refletância úteis para superfícies internas.....	70
Quadro 4 - Limite máximo de UGRL	72
Quadro 5 - Exemplo da estrutura do Padrão 180	91
Quadro 6 - Seleção dos Padrões de Christopher Alexander	94
Quadro 7 - Síntese das recomendações para elaboração de projetos de unidades de educação infantil	97
Quadro 8 - Correlação entre os Padrões de Alexander e os Parâmetros Projetuais	99
Quadro 9 - Simbologia para os Padrões de Luz.....	132
Quadro 10 - Relação entre espaços / Padrões de Luz / Aberturas no Arranjo 1A....	133
Quadro 11 - Relação entre espaços / Padrões de Luz / Aberturas no Arranjo 1B...	142
Quadro 12 - Variações da janela J1	148
Quadro 13 - Variação da janela J2	149
Quadro 14 - Variação da P2.....	149
Quadro 15 - Conjunto de esquadrias.....	150
Quadro 16 - Variações para as simulações.....	150

RESUMO

QUEIROZ, GRACE RODRIGUES, M.Sc., Universidade Vila Velha - ES, março de 2019. **Luz, ambiência, espaços escolares: ensaios a partir da Linguagem dos Padrões.** Orientador: Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos. Coorientador: Cynthia Marconsini Loureiro Santos.

Este trabalho apresenta reflexões sobre a importância da luz para a qualidade dos espaços, pois é uma das forças imprescindíveis na configuração dos espaços arquitetônicos, por sua capacidade de influenciar a atmosfera de um lugar, possibilitando a ativação dos sentidos e reforçando o caráter poético do edifício. A presença da luz, além de emocionar, proporciona bem-estar físico e psíquico, portanto, não pode ser ignorada ao se projetar ambientes de educação, considerando que a escola é um dos principais locais de socialização da criança. A qualidade do espaço escolar está diretamente relacionada à qualidade de vida das crianças, sendo um agente facilitador no processo de aprendizado. A obra de Christopher Alexander, *A Pattern Language* (1977), é pioneira na investigação sobre a humanização dos espaços. Para Alexander, todo espaço adquire seu caráter a partir de certos eventos que ali ocorrem e esses eventos podem ser tanto humanos quanto físicos. O objetivo deste trabalho foi analisar a qualidade da luz natural através de ensaios projetuais elaborados para os ambientes escolares de ensino infantil, desenvolvidos a partir da teoria projetual de Christopher Alexander. Os procedimentos metodológicos foram divididos em quatro etapas: seleção dos padrões investigados por Christopher Alexander que tratam da qualidade da luz e posterior correlação com as recomendações para a elaboração de projetos de unidades de educação infantil; visita de campo para o entendimento das atividades desenvolvidas no ambiente escolar e a relação entre padrões de espaços e padrões de acontecimentos que ali ocorrem; construção de ensaios projetuais a partir da linguagem dos padrões; simulações computacionais no software Velux Daylight Visualizer. Concluiu-se que essas estratégias e esses conceitos podem ser úteis para se projetar espaços escolares de qualidade, utilizando a luz natural como elemento gerador de valor ao ambiente.

Palavras chaves: luz natural; linguagem dos padrões; qualidade espacial; espaços escolares.

ABSTRACT

QUEIROZ, GRACE RODRIGUES, M.Sc., University of Vila Velha - ES, march 2019.
Light, ambience, school environment: essays from the Pattern Language.
Advisor: Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos, Cynthia Marconsini Loureiro Santos.

This study presents considerations on the importance of natural light for the quality of spaces, since it is an indispensable force in the design process, for its ability to influence the atmosphere of a place, awakening senses and reinforcing the poetic aspect of a building. Beyond its emotional aspect, natural light provides physical and psychological well-being. Therefore, it cannot be ignored in projects related to educational spaces, which are among the main social environments for children. Quality in educational spaces is directly related to children life and learning quality. Christopher Alexander's "A Pattern Language" (1977) is a pioneer work of investigation on the humanization of spaces. For Alexander, every space acquires its character from certain human and non-human events that happen in it. The objective of this study was to analyze the quality of natural light in design essays for children educational spaces, based on the theory of Christopher Alexander. The methodology was divided into four phases: selecting patterns investigated by Christopher Alexander that deal with natural light quality and correlating them with recommendations for children educational spaces design; field work for understanding the activities developed in such environments and the correlation of spaces and events patterns in there; creating design essays based on the pattern language; making computer simulations using the Velux Daylight Visualizer software. As a conclusion, such strategies and concepts can be useful for projecting quality children educational spaces by using natural light for adding more value to the environment.

Keywords: natural light; pattern language; space quality; school environment.

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A luz sempre foi de grande importância para o homem e para arquitetura. Os efeitos biológicos e psicológicos no ser humano são amplamente estudados e na arquitetura a composição dos espaços, as sensações e emoções que o caráter poético e simbólico da luz proporciona ao edifício, são temas presentes nas obras dos grandes mestres da arquitetura. O uso da luz na arquitetura nunca se limitou apenas a acuidade visual, ela é elementos fundamental na composição dos espaços e possui significados relacionados à contextos religiosos, culturais, comportamentais, estando também ligada à saúde física e psicológica do homem.

A luz natural é um elemento fundamental na caracterização do espaço. Ela deve ser incorporada nos processos de projeto desde as etapas iniciais, para que haja uma integração entre estratégias para a iluminação natural e o projeto de arquitetura (RUCK, 2000). Muitos fatores são importantes para que se tenha um bom projeto de iluminação natural, tais como: a implantação da edificação e sua localização geográfica, o desenho das aberturas da edificação, a presença de dispositivos de proteção solar, e os materiais e cores dos revestimentos.

De acordo com Moore (1991), uma boa distribuição do fluxo luminoso; uma visão e contato com o exterior, proporcionando o relaxamento através da paisagem; a orientação da edificação, para que os usuários tenham acesso à luz assegurando a manutenção do ritmo biológico e distribuição hormonal, são aspectos a serem considerados pelos arquitetos e devem ser pensados nos estágios iniciais do projeto. As reformas, muitas vezes, não conseguem atender satisfatoriamente as necessidades de conforto lumínico e conseqüentemente há prejuízos na qualidade do espaço.

A luz, além de dar visibilidade ao espaço, satisfazendo nossas necessidades de orientação diária e nos dando condições para executar nossas tarefas, também interfere diretamente na saúde do homem. Segundo Boyce (1998), a exposição à luz é o mais poderoso estímulo para a regulação química do corpo e para a sincronização do ritmo circadiano. Os organismos vivos obedecem a um ciclo de vinte e quatro horas chamado de ciclo circadiano. Ele é nosso relógio biológico, se repetindo de forma cíclica em um período de 24 horas, durante o qual as funções vitais

se alternam, com altos níveis de melatonina secretada durante a noite e baixos níveis durante o dia.

Outro problema relacionado à falta de luz é a doença de Transtorno Afetivo Sazonal - SAD, conhecida como depressão sazonal ou de inverno. A ausência de luz provoca no homem sintomas como a depressão, sonolência excessiva, ansiedade, aumento de peso, alterações do apetite, problemas de concentração e fadiga; a síndrome ocorre com mais frequência no outono e inverno e em países onde há pouca incidência de sol (Boyce; Hunter; Howlett, 2003).

A pele também responde à incidência de radiação solar e é importante para a sintetização da vitamina D, necessária ao metabolismo do cálcio garantido a saúde óssea. Baker (2002) adverte que a falta de vitamina D em crianças pode resultar em raquitismo e deformação óssea, enquanto para os idosos os riscos são de osteoporose. Porém, as altas exposições à radiação UV pode causar danos aos olhos e à pele, que poderão resultar em queimaduras solares e risco de câncer de pele.

A luz também nos orienta no espaço e por meio dela percebe-se o mundo, suas formas, texturas e cores. Não só o mundo natural, mas o mundo construído pelo homem nos é revelado pela luz. Portanto, a arquitetura precisa dialogar com esse elemento, que de acordo com Baeza (2013, p. 17) é “o primeiro material criado, o mais eterno e universal dos materiais, surge assim como material central para construir, CRIAR o espaço”. A presença da luz natural pode tornar simples construções em espaços vivos, se aproximando da poesia por sua capacidade de nos emocionar e dar significado ao vivido.

Apesar do fato de que a existência da luz solar poder assegurar uma iluminação de edifícios adequada e confortável, o certo é que desejamos da arquitetura algo mais que uma mera satisfação de nossas necessidades: esperamos também dos edifícios um prazer emocional, que pareçam algo vivo e não um objeto inerte; que afirmem nossos afetos com uma disposição que reflita os anseios internos; que nos mantenham em contato com o futuro da natureza e que nos deem a possibilidade de criar espaços próprios para despertar nossos sonhos e sensações (PLUMMER, 2009, p.6, tradução nossa).

Ambientes escolares tratados com pouco ou nenhum cuidado em relação à qualidade da luz natural, que não preze por uma ambiência agradável e pelo conforto espacial, pode levar a uma experiência escolar ruim. A arquiteta Kowaltowski (2011) afirma que existe uma relação entre ambiente construído e aprendizado do aluno, onde as qualidades da edificação e de suas instalações influenciam no desempenho

escolar. A falta de conforto luminoso pode prejudicar não somente os alunos, mas também todos os usuários e funcionários do espaço, sendo necessário que o mesmo seja trabalhado de maneira a responder às necessidades humanas, promovendo qualidade de vida e tornando a escola um local prazeroso e apreciado, facilitando o estudo e o aprendizado. A arquiteta coloca que “deveríamos projetar para as pessoas e não para a forma” (KOWALTOWSKI, 2011, p.10).

Santos (2011, p.16) cita que “o espaço escolar pode ser considerado, depois da casa, o primeiro ambiente de socialização da criança, no qual ela entra em contato com o mundo exterior”. Assim, a qualidade do espaço escolar, está relacionada com a qualidade de vida das crianças. Por isso, os lugares que recebem as crianças, devem ser atrativos, lúdicos e vivos. Um espaço de referência e memória, que incite os sentidos e que promova uma experiência interior e de pertencimento ao lugar. A falta de método projetual no fazer arquitetônico, que leve em consideração aspectos da humanização dos espaços a partir da luz natural, e não fiquem apenas no atendimento às normas de regulamentação, prejudica a qualidade dos espaços arquitetônicos, cada vez mais complexos e multidisciplinares, como os ambientes escolares. Frente a isso, percebe-se a necessidade de processos de projeto que considerem a luz natural como qualificadora do espaço, para que se tenham espaços vivos e prazerosos; aspectos essenciais aos ambientes de aprendizado.

Na obra do matemático e arquiteto Christopher Alexander, *Uma Linguagem dos Padrões* (2013) e *El Modo Intemporal de Construir* (1981), tem-se uma das contribuições mais importantes nas discussões que envolvem a relação entre o espaço construído e comportamento humano. Alexander fundamentou sua pesquisa na observação, durante anos, dessa relação e ressalta a importância em considerá-la nos processos de projeto. Para ele todo lugar adquire seu caráter a partir de certos acontecimentos que ali ocorrem e para alcançá-lo é preciso construir uma linguagem viva de padrões.

O conceito de padrões ou *patterns* foi trabalhado por Alexander como elemento de uma linguagem que deveria apoiar o processo de projeto. Em *Uma Linguagem dos Padrões*, Alexander (2013) descreve detalhadamente os padrões por ele observados, e como podemos utilizá-los na concepção projetual com a finalidade de produzir ambientes mais humanizados. Para o autor, cada padrão é uma descrição de um problema recorrente ao meio, bem como sua solução. Em resumo, pode-se entender como padrão, a solução recorrente para um problema em certo contexto.

Assim, como problema da pesquisa, tem-se a seguinte questão: “como a teoria projetual de Christopher Alexander, Uma Linguagem dos Padrões, pode colaborar para os processos de projeto de sistemas de iluminação natural em espaços escolares, considerando a importância da qualidade espacial”?

A hipótese da pesquisa é que a teoria projetual de Christopher Alexander colabora para a compreensão da relação espaço x evento, e o entendimento dessa relação é fundamental para projetos de sistemas de luz natural, que considere a qualidade espacial em ambientes escolares.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho foi analisar a qualidade da luz natural através de ensaios projetuais elaborados para os ambientes escolares de ensino infantil, desenvolvidos a partir da teoria projetual de Christopher Alexander, Linguagem dos Padrões, que leva em consideração as relações entre padrões de espaços e padrões de acontecimentos.

1.2.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos, a pesquisa busca:

- Entender o espaço de educação infantil, a importância da qualidade espacial para o aprendizado e as novas perspectivas para o projeto escolar.
- Analisar a importância da luz como elemento para a percepção e composição dos espaços, as suas possibilidades funcionais, estéticas, simbólicas e os seus aspectos quantitativos.
- Compreender a teoria projetual de Christopher Alexander, Uma Linguagem dos Padrões.
- Investigar a colaboração da teoria projetual de Alexander, para o projeto de sistemas de iluminação natural em ambientes escolares.
- Estudar as possíveis estratégias de iluminação, para o espaço escolar e os sistemas de sombreamento e redirecionamento da luz.

- Elaborar ensaios projetuais construídos a partir dos padrões de Luz de Alexander, das recomendações para orientar a elaboração de projetos de unidades de Educação Infantil e do entendimento dos espaços escolares.
- Avaliar os ensaios projetuais, por meio da simulação computacional, para a percepção da colaboração da luz na qualidade do espaço.

1.3 Método

Os procedimentos metodológicos que foram desenvolvidos de modo a cumprir os objetivos propostos neste projeto, definem-se em quatro etapas: correlação dos padrões de luz de Alexander e os parâmetros projetuais normativos, pesquisa de campo, ensaios projetuais, simulação computacional.

Na primeira etapa elaboramos uma tabela onde correlacionamos os padrões de luz de Alexander (2013) e as recomendações normativas, que orientam a elaboração de projetos de unidades de Educação Infantil. Esta correlação se fez necessária para compreendermos de que forma os padrões investigados por Alexander acomodam as instruções normativas. Nesta etapa, desenvolvemos 2 tabelas que deram suporte a tabela de correlação: a primeira contendo a seleção dos padrões de Alexander que colaboram com a luz natural em espaços de educação, e a segunda, contendo a síntese das recomendações projetuais elaborada a partir dos documentos: *Parâmetros Nacionais de Infra-estrutura Para as Instituições de Educação Infantil (2006)*, e o *Manual de Orientação para Elaboração de Projeto de Construção de Centros de Educação Infantil (2009)*. Esta correlação se fez necessária para sistematizar os elementos vistos como relevantes, tanto para a pesquisa de campo, como para o desenvolvimento dos ensaios projetuais, objetos de análise da qualidade da luz natural.

Na segunda etapa, realizamos a pesquisa de campo em uma unidade de educação infantil em Vitória. Não foi objetivo da pesquisa propor alterações arquitetônicas para o caso específico, mas entender como os espaços são utilizados, quais as ações ocorrem nos espaços, e quais as relações espaço x eventos observadas. A reflexão sobre os padrões de espaço e os comportamentos observados serão considerados no desenvolvimento da proposta para os ensaios projetuais, interessados no estudo da qualidade da luz natural.

Os objetos de observação e análise da pesquisa de campo foram os espaços sala de atividades do grupo 5 e alguns de seus ambientes contíguos como circulação e solário. A escolha da sala de atividades ocorreu por ser este o lugar de maior permanência das crianças nesta faixa etária e, portanto, fundamental para análise; as áreas adjacentes foram também analisadas por serem entendidas, atualmente, como uma extensão da sala de aula e que também devem suportar atividades de ensino e aprendizagem. A turma escolhida para as observações foi o grupo 5, formado por crianças de 5 a 6 anos incompletos, que estão no último ano do ensino infantil e já interagem com todos os espaços da escola.

Vale ressaltar que, antes de iniciarmos a pesquisa de campo, o projeto de pesquisa foi aprovado pelo comitê de Ética (CEP), parecer nº 3.134.307.

Na terceira etapa elaboramos ensaios projetuais para salas de atividades de grupo 5 e ambientes contíguos (circulação e solário). Para o desenvolvimento destes ensaios foram considerados os resultados obtidos na primeira e segunda etapas metodológicas, bem como os conceitos teóricos suscitados na fundamentação teórica dessa pesquisa.

Na quarta etapa realizamos as simulações computacionais para avaliar a qualidade e a eficiência da luz natural nos ensaios projetuais desenvolvidos, em especial para observar o comportamento da luz como elemento qualificador do espaço. Para a escolha do software de simulação procuramos principalmente por aquele que, além de resultados numéricos e curvas isométricas, possibilitasse principalmente analisarmos a ambiência do espaço simulado: layout, texturas, materiais, cores e contrastes. Parâmetros como a validação do software e a facilidade de sua utilização (*userfriendly*), também foram observados como importantes na escolha do software.

A descrição pormenorizada dos passos metodológicos será detalhada e justificada ao longo dos quatro capítulos (capítulos 5, 6, 7 e 8) desenvolvidos para cumprir os objetivos propostos nessa pesquisa, próximos aos resultados, de forma a facilitar a leitura e compreensão das investigações realizadas.

1.4 Estrutura do trabalho

No capítulo introdutório, **Capítulo 1**, contextualizamos as ideias que motivaram a pesquisa a partir das experiências vivenciadas pela pesquisadora.

Expomos a importância da luz natural em espaços escolares e a necessidade de ser considerada como parâmetro de projeto nos estágios iniciais da concepção dos mesmos. Em seguida, apresentamos a colocação do problema que motivou a realização do trabalho, e a hipótese inicial. Nas seções seguintes delimitamos os objetivos da dissertação, o método e a estrutura do trabalho.

Os capítulos 2, 3 e 4, desenvolvem a fundamentação teórica que embasa a pesquisa.

No **Capítulo 2**, trabalhamos os conceitos relacionados à qualidade espacial, apoiados em autores como Hertzberger (1999), Pallasmaa (2011), Zevi (2000) e Zumthor, que transcendem o significado da arquitetura enquanto simples construção, preocupados com a relação entre a arquitetura e sua influência em nossos sentidos, bem como os significados a ela atribuídos.

A relação pessoa-ambiente, como o ser humano percebe e se relaciona com o ambiente construído, principalmente nos espaços escolares, foram observadas nas pesquisas de autores como Azevedo (2002), Dudek (2000), Lima (1989) e Santos (2011), Frago e Escolano (2001). A forma como o ambiente é capaz de influenciar a qualidade e a extensão do aprendizado dos alunos e os novos parâmetros de projetos, que levam em consideração a importância de ambientes mais flexíveis, como facilitadores de uma aprendizagem mais holística, também foram tratados nesse capítulo.

No **Capítulo 3**, abordamos a luz como elemento a ser considerado como gerador de valor no ambiente construído. Plummer (2009) afirma que a relação do homem com a luz transcende a pura necessidade de ambientes com conforto visual para desenvolver suas atividades, para ele a luz pode transformar os espaços, dando ao edifício um caráter poético, que emociona e proporciona um bem-estar além de físico, também psíquico. Acompanhando essa colocação, Baeza (2013) considera a Luz como a substância da arquitetura, talvez o elemento com maior influência sobre a atmosfera de um lugar, transcendendo a arquitetura como simples matéria construída. O arquiteto Barnabé (2008) também discorre sobre a importância da luz na arquitetura e a necessidade de interação entre luz e matéria, luz e espaço construído, devendo ser empregada como elemento arquitetônico. Holl (2011) trata da relevância da luz na percepção do espaço, onde as cores, texturas e materiais participam na experiência total da arquitetura. Para Junichiro Tanizaki (1999), existe

uma beleza não só na luz, mas nas sombras e seus efeitos, e como uma luz uniforme e sem contrastes pode perder seu valor.

Abordamos os aspectos quantitativos da luz e sua importância para a saúde do homem. Lam (1986), Robbins (1986), Boyce (2003), Baker (2002), Moore (1991), Hopkinson (1980), concordam que a luz é importante para a saúde do homem, ela é necessária para o sistema visual operar, dando visibilidade ao espaço e satisfazendo nossas necessidades de orientação diária, para que possamos executar nossas tarefas. Para eles a luz interfere diretamente no conforto dos usuários do ambiente, afetando o seu comportamento, a produtividade e o estado emocional. Como parte integrante do projeto de arquitetura, deve estar presente no início da elaboração dos mesmos, partindo do entendimento dos aspectos técnicos de manipulação e controle da luz. Esses autores são fundamentais para o conhecimento das estratégias de iluminação e de suas implicações no ambiente construído, pois tratam dos sistemas de sombreamento e redirecionamento da luz, dos tipos de aberturas e implantação. Também abordamos os critérios de desempenho para o conforto visual através da norma NBR ISSO 8995-1 (2013).

No **Capítulo 4** apresentamos a pesquisa conduzida por Christopher Alexander e publicada em dois livros: *El Modo Intemporal de Construir* (1981) e *Uma Linguagem dos Padrões* (2013). Esses livros se complementam, um explica a disciplina e o outro é a prática de como é possível utilizar os padrões. Foi elaborada uma explanação dos conceitos que estão presentes em toda sua teoria, também foi apresentada a estrutura de um padrão e como usá-lo. Para Alexander, a qualidade de um espaço está relacionada aos padrões de acontecimentos que ali ocorrem, e para alcançá-la é preciso construir uma linguagem viva de parâmetros projetuais, a fim de produzir ambientes humanizados. O entendimento dessa teoria é fundamental, pois foi a base para a construção do método usado na pesquisa.

No **Capítulo 5** elaboramos um quadro correlacionando os padrões de luz de Alexander (2013) e as recomendações normativas que orientam a elaboração de projetos de unidades de Educação Infantil. Assim, estruturando e organizando os dados que nortearam os ensaios projetuais.

No **Capítulo 6** investigamos através da observação, as relações estabelecidas entre crianças do ensino infantil e o ambiente escolar. Dessa forma, reforçando o entendimento do espaço escolar, as atividades ali desenvolvidas, e a relação entre os padrões de espaços e padrões de acontecimentos.

No **Capítulo 7** elaboramos ensaios projetuais para a sala de atividades, considerando a tabela de correlação entre os padrões de luz de Alexander e os parâmetros projetuais que orientam a elaboração de projetos de unidades de Educação Infantil. Os resultados da pesquisa de campo e as reflexões teóricas também foram fundamentais para o entendimento das ações que ocorrem na sala de atividades e espaços adjacentes.

No **Capítulo 8** realizamos as simulações computacionais para avaliar o comportamento da luz natural no interior da sala de atividades. Foram elaboradas três variações nas aberturas que dão direto para o exterior, chamadas de Modelo 1, Modelo 2 e Modelo 3, para a verificação de qual modelo oferece o melhor resultado em relação aos critérios de iluminação natural.

No **Capítulo 9**, elaboramos as considerações finais do trabalho, com as principais conclusões e constatações a respeito dos resultados.

PARTE I - FUNDAMENTAÇÃO

2. A ESCOLA DE ENSINO INFANTIL

2.1 Qualidade Espacial na arquitetura

A preocupação com a qualidade do ambiente construído, é um tema importante na pesquisa em arquitetura e revela a necessidade de compreender as relações pessoa-ambiente. Em ambientes escolares, essa preocupação é fundamental, uma vez que espaços de qualidade podem contribuir para que as crianças tenham experiências significativas, contribuindo para o seu desenvolvimento.

Taylor (2009) afirma que a qualidade do espaço escolar tem um impacto considerável nos alunos e argumenta que o ambiente escolar é de fato um “currículo silencioso”, que pode fornecer experiências de aprendizagem positivas ou negativas. Defende que os estudantes apresentam melhor desempenho, quando os espaços são adequados às suas necessidades.

A chave é ver o ambiente construído e sua qualidade como parte ativa e indispensáveis no processo de aprendizagem [...]. Os objetos edifícios que projetamos não são meramente coisas a serem possuídas, mas também representam ideias, ações e crenças [...]. Lembre-se que nós, seres humanos, existimos como parte – e não à parte – do ambiente [...]. Nossa capacidade natural de aprender está diretamente ligada à constante interação com o meio ambiente [...]. Nós não podemos deixar de interagir com o nosso ambiente. Assim, a qualidade do meio ambiente afeta a qualidade da aprendizagem (TAYLOR, 2009, p.25, tradução nossa).

O estudo da qualidade espacial está relacionado a um conjunto de conceitos, que consideram principalmente a experiência espacial - como o ser humano percebe e se apropria do espaço. É no contexto da arquitetura que o corpo humano está sujeito à experiência dos espaços construídos, tanto do ponto de vista da ação quanto da percepção. Estes conceitos relacionados à experiência no espaço arquitetônico são explorados por autores como Zevi (2000), Pallasmaa (2011), Zumthor (2006), Hertzberger (1999), dentre outros.

Zevi (2000) afirma que o espaço é o protagonista da arquitetura e, que as quatro fachadas de um edifício constituem apenas a caixa dentro da qual está encerrada a joia arquitetônica, isto é, o espaço. Para ele, a arquitetura não provém somente da geometria dos elementos construtivos que encerram o espaço, mais

precisamente do vazio, do espaço interior em que os homens andam e vivem. O espaço arquitetônico não é neutro, ele oferece possibilidades de apropriações, pois é, sobretudo, o ambiente, a cena onde vivemos nossa vida.

A arquitetura não se encerra nas fachadas e volumes, nem nos objetos materiais que a compõem. A arquitetura é o espaço vivenciado pelo homem e ganha significado em função da presença do homem. O caráter da arquitetura está "no fato de agir com um vocabulário tridimensional que inclui o homem" (ZEVI, 2000, p. 17).

Através do movimento pelo espaço, o homem percebe pontos de vista sucessivos, experimentando a espacialidade. Neste processo, o tempo, a quarta dimensão, é fundamental para o entendimento do espaço. "Todas as obras de arquitetura, para serem compreendidas e vividas, requerem o tempo da nossa caminhada, a quarta dimensão" (ZEVI, 2000, p. 23). Porém, o espaço arquitetônico não se esgota nas quatro dimensões, extrapola as fronteiras da quarta dimensão. As dimensões na arquitetura são infinitas e a qualidade do espaço vai além da análise de suas propriedades físicas, de sua estrutura formal.

Aguiar (2006) adverte sobre a arquitetura apresentada como espetáculo, atada a aparência física e onde o valor espacial é frequentemente negligenciado. O autor coloca que a medida e o valor da espacialidade são dados pelo corpo, a partir do corpo em movimento. Portanto, o conceito de espacialidade abrange os conceitos de espaço e movimento, a forma do espaço e o deslocamento do corpo.

Para que se alcancem os valores da espacialidade, é necessário que se chegue à profundidade, às profundezas do espaço. A penetração é física e mental. A penetração física acontece no momento em que se experimenta o espaço, ao longo do percurso. Dessa ação decorre o *insaité*, a penetração mental; a consciência integral dos valores espaciais vividos, experimentados. Paradoxalmente a espacialidade – algo tão incrivelmente rico do ponto de vista experiencial – é algo impossível de ser descrito através da precariedade das mídias da arquitetura (AGUIAR, 2006, p. 92).

Pallasmaa (2011) discorre sobre a predileção dos olhos. Para o autor, nos últimos anos, predominam na arquitetura os aspectos exclusivamente visuais, com edificações imponentes e instigantes, que adotam a estratégia da persuasão instantânea, em vez de uma experiência embasada na existência humana; "a arquitetura modernista em geral tem abrigado o intelecto e os olhos, mas tem deixado desabrigados nossos corpos e demais sentidos, bem como nossa memória, imaginação e sonhos" (PALLASMAA, 2011, p. 19).

Para Pallasmaa (2011), a predileção da visão não implica na rejeição dos demais sentidos, ressaltando a relação entre os sentidos da visão e do tato, que juntos enriquecem a percepção humana. Para o autor, estamos em diálogo e interação constante com o ambiente, assim, uma obra de arquitetura é experimentada em sua essência material, corpórea e espiritual.

Em experiências memoráveis de arquitetura, espaço, matéria e tempo se fundem em uma dimensão única, na substância básica da vida, que penetra em nossas consciências. Identificamo-nos com esse espaço, esse lugar, esse momento, e essas dimensões se tornam ingredientes de nossa própria existência. A arquitetura é a arte de nos reconciliar com o mundo, e esta mediação se dá por meio dos sentidos (PALLAMAA, 2011, p. 68).

A arquitetura integra as estruturas físicas e o mundo perceptivo. As relações estabelecidas entre luz, espaço, cor, forma, textura, influenciam a percepção humana e podem possibilitar o “habitar” no verdadeiro sentido da palavra. Norberg-Schulz nos diz que, juntos, esses elementos constituem a qualidade ambiental, que é a essência do lugar (Nesbitt, 2006).

O arquiteto Zumthor (2006) coloca seu interesse, há muito tempo, sobre o que é qualidade arquitetônica. Para ele a qualidade do espaço ocorre quando é capaz de tocá-lo em todas as vezes que seja experimentado. Ele denomina isto de “atmosfera”, e argumenta que “a atmosfera comunica com a nossa percepção emocional, isto é, a percepção que funciona de forma intuitiva e que o ser humano possui para sobreviver” (ZUNTHOR, 2006, p. 12). A Capela Saint Benedict (Figura 1), com sua simplicidade e elegância, reforça a fala do arquiteto, quando afirma que a qualidade da arquitetura “não reside na sensação de realidade que expressa, mas, ao contrário, em sua capacidade de despertar nossa imaginação” (Nesbitt, 2006, p. 488).



Figura 1 - Capela Saint Benedict Peter Zumthor

Fonte: <https://www.archdaily.com.br/br/800382/classicos-da-arquitetura-capela-saint-benedict-peter-zumthor/521620eae8e44e7a18000128-ad-classics-saint-benedict-chapel-peter-zumthor-image>
Acessado em 12/12/2018

Outro autor que faz considerações a respeito da qualidade espacial é Hertzberger (1999). Para o autor os espaços devem ser convidativos e uma arquitetura de qualidade é aquela que permite várias associações, que interpretadas individualmente, tem a capacidade de gerar vários significados, determinando assim, uma relação entre seus usuários e entre estes e a própria arquitetura. Enfatiza também, que uma forma destituída de significados está reduzida ao seu objetivo mais primário.

Quanto mais níveis de experiências – no sentido de aspectos – forem levados em conta em nosso projeto, mais associações podem ser feitas e, portanto, maior será a gama de experiências para diferentes pessoas em situações diferentes, cada um com suas próprias percepções (HERTZBERGER 1999, p. 174).

Hertzberger (1999) considera ainda que é essencial que o projeto seja adequado a cada situação, uma arquitetura que não seja apenas funcional e bela, mas também estimulante. A arquitetura deve ser convidativa, provocando a empatia dos usuários.

Kevin Lynch (2006) em seu livro *A Imagem da Cidade*, fala de importância da percepção sensorial humana para a compreensão dos espaços. Para Lynch, “uma boa imagem ambiental oferece ao seu possuidor um importante sentimento de segurança emocional” (LYUNCH, 2006, p. 5). Os estímulos recebidos pelos sentidos da visão, audição, olfato e tato, intensificam a relação homem ambiente, permitindo ao homem interagir e reconhecer o ambiente. Para Schulz o que Lynch destaca é que “os elementos componentes da estrutura espacial são “coisas” concretas, dotadas de “caráter” e de “significado” (NEBITT, 2006, p. 456). Portanto, a interação do homem com os objetos que compõe o ambiente é fundamental para a sensação de bem-estar.

Através dos cinco sentidos o homem percebe o espaço, e o vivencia. Dessa forma, esse espaço habitado e vivenciado dá origem a um conjunto de imagens, cheiros, sons, recordações, valores que construirão nossa forma de perceber o ambiente. Tuan (1983), afirma que é por meio da percepção que o homem sente o ambiente, gerando juízo de valor, atitudes e ações sobre o mesmo. “O que começa como espaço indiferenciado transforma-se em lugar à medida que o conhecemos melhor e o dotamos de valor” (TUAN, 1983, p. 07).

Os conceitos de qualidade espacial, também estão presentes nas obras de Christopher Alexander (1981), e ele a denomina de “qualidade sem nome”. Alexander afirma que buscamos essa qualidade em nossas próprias vidas, e os lugares que intensificam os momentos apreciados ficam em nossa memória, por isso, a necessidade de uma arquitetura que seja capaz de potencializar esses momentos.

Diante do exposto, percebe-se a importância de se produzir uma arquitetura com ênfase na experiência, na percepção e nos sentidos, elementos que devem ser incorporados principalmente na arquitetura escolar, que configura, depois da casa, um dos lugares mais importantes na socialização da criança. A arquitetura do edifício escolar deve ser capaz de estimular todos os sentidos da criança, transmitindo informações perceptuais que extrapolam a preocupação com a funcionalidade e a estética.

2.2 O espaço escolar de ensino infantil

Segundo Santos (2011) é necessário considerar três interpretações distintas, que correspondem as três principais correntes do pensamento psicológico e educacional:

A primeira enfatiza o meio: o ambiente é considerado como o elemento responsável pelo desenvolvimento. De acordo com esta interpretação, todo conhecimento consiste em aquisição que parte de fora, e, nesse caso, a instrução direta transmitida pelo professor assume o papel principal, a criança seria apenas um receptor desse conhecimento.

A segunda considera a inteligência da criança pré-formada, reduzindo ao mínimo a influência do meio. A experiência ou o meio só são importantes na medida em que afetam o desenvolvimento. Segundo esta interpretação, a inteligência é inata, e, portanto, sem a possibilidade de ser modificada ao longo das interações, cabendo a educação e ao ambiente escolar, deixar que o desenvolvimento cognitivo implemente aflore.

A terceira interpretação, está baseada nos pressupostos teóricos de construção do conhecimento elaborados por Jean Piaget (1975) – o conhecimento é construído durante as interações com o mundo (SANTOS, 2011, p. 71).

As teorias de formação do conhecimento de Jean Piaget (1975) baseiam-se numa abordagem interacionista, em que o sujeito aprende através de suas ações e ele próprio constrói o seu conhecimento a partir das interações com o ambiente. Para o autor, o conhecimento é uma relação entre sujeito/objeto, a pessoa vai construindo seu conhecimento através das interações com o ambiente durante toda sua vida.

Contemporâneo de Piaget, Vygotsky (1896-1934), afirma que o desenvolvimento do indivíduo era o resultado de um processo sócio histórico. O indivíduo constrói seu conhecimento através da história, da cultura e da interação social, que são as experiências, os hábitos, as atividades, os valores e a própria linguagem dos que interagem com a criança. Dessa forma, a criança internaliza conhecimentos, na medida que acumula novas experiências através da interação com o meio. Segundo Kowaltowski (2011, p. 29), para Vygotsky “O aluno não é somente o sujeito da aprendizagem, mas aquele que aprende junto ao outro o que seu grupo social produz”.

O principal ponto comum entre Piaget e Vygotsky é o reconhecimento do papel ativo do sujeito na construção do conhecimento, interagindo sempre com o meio. A divergência é que Vygotsky procurando entender a relação pensamento-linguagem e suas implicações no desenvolvimento intelectual, chamado de sociointeracionista; não apenas interacionista como Piaget, que tem como interesse primordial estudar as estruturas lógicas (AZEVEDO, 2002).

Essa pesquisa considera que a interação da criança com o meio e as relações aí estabelecidas, podem influenciar o processo de aprendizado e

desenvolvimento. Relações positivas ocorridas em espaços estimulantes, possibilitam o processo de aprendizagem e desenvolvimento, nos aspectos físico, intelectual, social e emocional.

Segundo Frago e Escolano (2001), o espaço é um elemento pedagógico, seus estudos mostram o caráter cultural e a função curricular do espaço escolar, considerando-o como um lugar, pois é dotado de significados que transmite uma grande quantidade de estímulos e conteúdos.

O espaço escolar tem de ser analisado como um constructo cultural que expressa e reflete, para além de sua materialidade, determinados discursos. No quadro das modernas teorias da percepção, o espaço-escola é, além disso, um mediador cultural em relação à gênese e formação dos primeiros esquemas cognitivos e motores, ou seja, um elemento significativo do currículo, uma fonte de experiência e aprendizagem (FRAGO; ESCOLANO, 2001, p. 26).

Para os autores, o espaço escolar sempre comunica algo, é uma fonte de experiência e aprendizado, por isso pode ser considerado por si só uma forma silenciosa de ensino.

O espaço escolar não é apenas um “continente” em que se acha a educação institucional, isso é, um cenário planejado a partir de pressupostos exclusivamente formais no qual se situam os atores que intervêm no processo de ensino-aprendizagem para executar um repertório de ações. A arquitetura escolar é também por si mesma um programa, uma espécie de discurso que institui na sua materialidade um sistema de valores, como os de ordem, disciplina e vigilância, marcos para a aprendizagem sensorial e motora e toda uma semiologia que cobre diferentes símbolos estéticos, culturais e também ideológicos (FRAGO; ESCOLANO, 2001, p. 26).

Essas colocações indicam a relevância do espaço da escola, pois é o primeiro espaço que insere a criança numa experiência coletiva, assumindo um importante papel na construção do conhecimento da criança, incluindo aí, além das relações com o outro a interação com o próprio ambiente construído. Para Santos (2011), os anos escolares são importantes e durante os quais se estabelecem estruturas mentais básicas. “O espaço escolar induz dialéticas fundamentais como: interno/externo, aberto/fechado, pequeno/grande, curvo/retilíneo, e conceitos como: o próprio, o alheio, o comum” (SANTOS, 2011, p. 41).

A concepção de uma arquitetura que interaja com seu próprio usuário, a criança, pode ser um objeto estimulador na ação educativa e deve ser “representativa

dos valores, expectativas e necessidades daqueles que vivenciam o espaço, respeitando suas diferenças e suas fases de desenvolvimento, compreendendo suas atividades e relações com o ambiente” (AZEVEDO, 2002, p. 98).

Diversas áreas de conhecimento como psicologia, sociologia, arquitetura, estudam a relação criança-ambiente, e todas reconhecem a importância de estabelecer uma relação entre a proposta pedagógica e o projeto arquitetônico, que favoreça a criação de espaços escolares com o quais a criança seja capaz de se identificar.

Para conhecer o espaço, é preciso que a criança se movimente dentro dele, apropriando-se de suas características e apreendendo as relações que ali se estabelecem. Dudek (2005) afirma que até os 7 anos a criança tem como característica a curiosidade e tendência de explorar fisicamente o espaço, se relacionando com a realidade externa, adquirindo o conhecimento através da interação com os objetos.

A percepção e exploração do meio é um processo de aprendizagem. Azevedo (2002) na introdução de sua tese *Arquitetura Escolar e Educação: um modelo conceitual de abordagem interacionista*, coloca que o espaço escolar repleto de vivências sociais e cognitivas, revela uma “dinâmica de relações que ultrapassa a mera noção de espaço tridimensional, passando a ter uma significação de lugar, reconhecido e vivenciado pelo usuário”.

A apropriação dos espaços pelas crianças se dá por meio das brincadeiras, através das quais as crianças criam novos arranjos espaciais e interagem com o espaço em sua totalidade. Assim, para que a criança transforme o ambiente em lugar, não basta que ela utilize o ambiente. “A apropriação é um processo dialético, que envolve tanto a mudança do ambiente quanto da própria criança, através de diferentes modalidades de brincadeiras” (MOREIRA, 2011, p. 50).

Nesse sentido é importante oferecer as crianças “espaços que sejam brincáveis, exploráveis e transformáveis” (BRASIL, 2006, p. 8).

É no brincar das crianças que o espaço adquire uma dimensão essencial: não há possibilidade alguma de brincar sem que haja disponibilidade de um espaço e de um tempo adequados, ambos, ao tipo de movimento e atividade que uma determinada brincadeira exige. [...] A criança imita, simula, inventa jogo o tempo todo, multiplica e enriquece sua experiência através da brincadeira e da observação (LIMA, 1989, p. 187).

Ambientes que oferecem possibilidades de renovação, tornam-se espaços mais interessantes e possibilitam que o ensino ocorra de maneira mais atraente. Uma proposta educacional mais dinâmica, normalmente exige espaços mais flexíveis nos quais as crianças podem deixar suas marcas e ter experiências criativas ao reinventar suas brincadeiras.

Portanto, é fundamental que os espaços que recebem as crianças se apresentem como um espaço significativo e acolhedor. Um espaço de referência e memória, que incite os sentidos e que promova uma experiência interior e de pertencimento ao lugar, com ambientes estimulantes para o aprendizado e com áreas para descobertas lúdicas, onde a criança poderá ter liberdade para atuar esse desenvolver.

2.2.1 Evolução e legislação da escola de ensino infantil no Brasil

No Brasil, a evolução da educação tem como base o desenvolvimento do ensino na Europa e nos Estados Unidos. Ao longo do séc. XIX, não houve uma política educacional consistente. Somente no final desse período, com o avanço industrial e urbano, aliado às transformações impostas pelo advento da República, que surge uma regularização de projeto escolar, em especial da escola primária, para crianças de 7 a 14 anos (SANTOS, 2011).

Com a consolidação industrial, no início do séc. XX, a mão de obra feminina vai sendo gradativamente incorporada ao trabalho nas fábricas, aumentando a preocupação com os cuidados e a educação infantil. Surgem, então, as primeiras creches no país, uma em São Paulo em 1908 e outra no Rio em 1909, para atender os filhos das operárias (ELALI, 2002).

No início da década de 20, os estabelecimentos de atendimento a criança, eram principalmente de iniciativa da filantropia particular, como as associações beneficentes e religiosas. Na segunda metade desta década, surge o Instituto de Proteção à Infância (IPI) e, em 1929 é criado o Departamento da Criança, incorporado ao Ministério da Educação e Saúde (ELALI, 2002).

Na década de 40 foi criado o Departamento Nacional da Criança (DNCr), dando continuidade à política assistencialista. Este caráter médico assistencialista no atendimento às crianças de 0 a 6 anos, continua até os anos 70. Em 1975, surge o Setor de Educação Pré-Escolar (SEPRE), vinculado a Coordenadoria de Educação

pré-Escolar (COEPRE), sendo extinto em 1981, quando o MEC elaborou o Programa Nacional de Educação Pré-Escolar (ELALI, 2002).

Foi a partir da década de 80 que o atendimento à criança de 0 a 6 anos, passou a ser tema de debate pela sociedade brasileira. A constituição de 1988 amplia a discussão sobre a infância e reconhece como direito o acesso das crianças menores à creches e pré-escolas, vinculando esse atendimento à área educacional e essa responsabilidade aos municípios (SANTOS, 2011).

Em 1996, o MEC inclui a educação infantil na *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional* (LDB), que passa a ser considerada a primeira etapa da educação básica e tem como finalidade o desenvolvimento integral da criança até seis anos de idade, em seus aspectos físico, psicológico, intelectual e social. A partir daí uma série de documentos legais é produzido com o objetivo de definir critérios de qualidade para infraestrutura das unidades destinadas à educação da criança de 0 a 6 anos (BRASIL, 2006).

Em 1999 foram aprovadas as *Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Infantil*, com caráter mandatório para todas as creches e pré-escolas, sob a terminologia Instituições de Educação Infantil. “As diretrizes norteiam os fundamentos que devem orientar os projetos pedagógicos desenvolvidos nas instituições de educação infantil” (BRASIL, 2006).

Complementando a documentação, em 2001, foi promulgada a lei que aprovou o Plano Nacional de Educação (PNE), que traz entre outras considerações, critérios e parâmetros de qualidades, para os espaços físicos da educação infantil (BRASIL, 2001).

A Secretaria de Educação Básica – SEB do MEC, por meio da Coordenação Geral de Educação Infantil – COEDI do Departamento de Políticas de Educação Infantil e do Ensino Fundamental – DPE apresenta, em 2006, o documento *Parâmetros Básicos de Infra-estrutura Para as Instituições de Educação Infantil*. Esse documento contém concepções para reforma e adaptação dos espaços, onde se realiza a Educação Infantil, e foi elaborado pelo grupo GAE (Grupo Ambiente-Educação), com base em estudos e pesquisas relacionados à qualidade dos ambientes escolares, com destaque para as relações entre o espaço físico, o projeto pedagógico e o desenvolvimento da criança, além da sua adequação ao meio ambiente.

Este trabalho, portanto, busca ampliar os diferentes olhares sobre o espaço, visando construir o ambiente físico destinado à Educação Infantil, promotor de aventuras, descobertas, criatividade, desafios, aprendizagem e que facilite a interação criança-criança, criança-adulto e deles com o meio ambiente. O espaço lúdico infantil deve ser dinâmico, vivo, “brincável”, explorável, transformável e acessível para todos (BRASIL, 2006).

O Programa Nacional de Reestruturação e Aquisição de Equipamentos para a Rede Escolar Pública de Educação Infantil (Proinfância), instituído pela Resolução nº 6, de 24 de abril de 2007, é uma das ações do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE) do Ministério da Educação, visando garantir o acesso de crianças a creches e escolas, bem como a melhoria da infraestrutura física da rede de Educação Infantil.

O programa oferece assistência técnica – em consonância com as diretrizes do MEC, e financeira aos Municípios, para a construção, reforma e aquisição de equipamentos e mobiliários para as unidades de educação infantil públicas. Para tanto, em 2009 foi elaborado o *Manual de orientação para Elaboração de Projeto de Construção de centros de Educação Infantil*. Esse manual é uma orientação para os municípios, na elaboração e apresentação de projetos para a construção de novas unidades (BRASIL, 2009).

Este documento fornece aos técnicos dos municípios, as diretrizes e especificações básicas exigíveis para o planejamento de novas unidades escolares, propondo uma metodologia de fácil execução e fornece uma metodologia de trabalho, analisando o contexto como um todo, em consonância com as políticas disseminadas pelo Ministério da Educação (BRASIL, 2009, p. 05).

As creches, tanto públicas quanto privadas, seguem a classificação estabelecida pelo MEC - Secretaria de Educação Básica (SEB) para seus ambientes da área sociopedagógica:

- Berçário 1 - para bebês de 0 a 1 ano. Recomenda-se que o espaço a elas destinado esteja situado em local silencioso, preservado das áreas de grande movimentação. Compõe esse ambiente: sala para repouso, sala para atividades, fraldário, lactário, solário (BRASIL, 2009);
- Grupo 2 - para bebês de 1 e 2 anos;
- Grupo 3 - para crianças de 2 e 3 anos;
- Grupo 4 - para crianças de 3 e 4 anos;
- Grupo 5 - para crianças de 4 e 5 anos (até 6 anos incompletos).

Os espaços do grupo 2 até o grupo 5 devem ser vistos como um suporte que contribui para a vivência e a expressão das culturas infantis, jogos, brincadeiras, músicas, histórias que expressam a especificidade do olhar infantil. Compõem esse ambiente: sala para repouso, sala multiuso, sala para atividades (BRASIL, 2009).

Os espaços coletivos são destinados a todas as faixas etárias e são compostos pelo pátio coberto, área de recreação descoberta, refeitório, banheiros, área externa (BRASIL, 2009).

De acordo com o *Manual de orientação para Elaboração de Projeto de Construção de centros de Educação Infantil* (2009), além dos espaços da área sócio pedagógica, a unidade de educação infantil também é composta pelos espaços administrativos e espaços de serviço. A organização de todos os espaços envolve uma estreita relação com a proposta pedagógica, e deverá ser estruturado visando a atividade realizada e a integração desejada.

2.2.2 A escola na perspectiva atual

Somente nas últimas décadas o projeto escolar começou a ganhar nova dimensão, a partir do entendimento das relações que as crianças estabelecem com o ambiente ao seu redor. Segundo Azevedo (2002), apesar dos projetos escolares ainda repetirem os parâmetros da sociedade industrial, há uma tentativa de se distanciarem do perfil das escolas do séc. XIX, que tem como preceito o controle e a disciplina.

Inúmeras e muito significativas foram as mudanças ocorridas na maneira de entender o desenvolvimento da criança e o processo educativo. Diante das novas propostas sobre a educação infantil, e de tantas e novas demandas sociais, faz-se necessário um novo olhar sobre o espaço físico escolar. Nesse novo contexto, os arquitetos são responsáveis pela proposição de soluções mais adequadas às necessidades pedagógicas atuais. Para Deliberador (2016), diversas são as metodologias de ensino e também diversos devem ser os espaços escolares. “A bibliografia sobre metodologias pedagógicas sinaliza novos paradigmas que pressupõe maior flexibilidade de uso dos espaços, com presença de maior variedade de configurações” (DELIBERADOR, 2016, p. 25).

Autores como Dudek (2000) e Taylor (2009) fazem críticas aos espaços escolares, onde as considerações técnicas como metragem, normas e regulamentos, são colocadas em primeiro plano, deixando outras questões como a estética, o prazer

e o conforto psicológico em segundo plano. Para esses autores, a arquitetura deve avançar sobre as questões normativas e quantitativas e possibilitar interações significativas.

Infelizmente, muitos programas de arquitetura ou planos para instalações de escolas públicas começam com necessidades predeterminadas e requisitos técnicos mínimos, tais como metragem quadrada ou metodologias educacionais padronizadas [...]

A criança não é totalmente educada e o prédio não está completo, a menos que objetivos sejam atingidos, incluindo altos níveis de satisfação estética e conforto. A partir desses simples paralelos de corpo/estrutura, mente/função e espírito/beleza, começamos a ver os tipos de perguntas que devemos fazer antes de projetar instalações educacionais. Em termos do corpo, quais sistemas de construção (iluminação, ventilação) e espaços ou formas (abertas, fechadas) apoiarão melhor o bem-estar físico e a aprendizagem sinestésica das crianças? Quais fatores ambientais fazer as crianças se sentirem seguras? Para desenvolver a mente, como os espaços projetados podem apoiar melhor as disciplinas e os conceitos relacionados? Como o design apoia o trabalho de crianças de todas as idades e estilos de aprendizagem? Como relações espaciais afetam sistemas de ensino ou como os professores ensinam? E, finalmente, à luz da aprendizagem espiritual, o que é prazer para uma criança? (TAYLOR, 2009, p. 5 e 6, tradução nossa).

O meio físico tem impacto direto e simbólico sobre seus ocupantes e segundo Elali (2003, p.309) os atributos físicos de uma instituição escolar atuam de forma não verbal, facilitando ou inibindo comportamentos. Por isso, o ambiente escolar deve ser um local de estímulo às atividades de ensino aprendizagem, permitindo ações positivas na realização das práticas educacionais, na socialização e no desenvolvimento das crianças.

Taylor (2009) considera que “a arquitetura não é um espaço vazio, mas uma ferramenta de aprendizagem” (TAYLOR, 2009, p.3), exercendo forte influência no comportamento humano. Para a autora são três os princípios básicos para se projetar ambientes escolares dentro de uma visão holística: as pessoas são parte e não estão à parte do ambiente; o universo é naturalmente interdisciplinar e assim deveriam ser o projeto e as soluções; a mente humana funciona de forma integrada, o que influencia a maneira de aprender, e deve influenciar a maneira de se pensar a educação e seus espaços.

Apesar das mudanças no programa escolar e de estudos sobre a importância do ambiente no dia a dia dos alunos, o básico da tipologia escolar no Brasil, ainda continua a mesma. Porém, novos parâmetros de projetos, que levam em

consideração a importância de ambientes mais flexíveis, são discutidos. É preciso que o espaço seja “pensado para estimular a curiosidade e a imaginação da criança, mas incompleto o bastante para que ela se aproprie e transforme esses espaços através de sua própria ação” (LIMA, 1989, p. 72).

Nair e Fielding (2005) falam sobre a importância de se compreender a organização do espaço de educação, os usos estabelecidos e as relações que ali se dão, para a concepção de ambientes com mais qualidade. A partir desse entendimento, os projetos não resultarão em espaços estáticos que inibem o aprendizado, como as salas de aula atuais, que pressupõe que uma parte significativa do aprendizado de um aluno ocorre na transmissão de conhecimento do professor para o aluno de um modo linear. O aprendizado não ocorre de forma linear, mas holisticamente, não é unidimensional, mas multifacetado. Nesse novo modelo de aprendizado, “diferentes alunos (de diferentes idades) aprendem coisas diferentes de pessoas diferentes em lugares diferentes de maneiras diferentes e em momentos diferentes” (NAIR; FIELDING, 2005, p. 19).

Projetos de espaços educacionais adequados às necessidades atuais, onde as múltiplas inteligências são consideradas nas atividades de aprendizado, estão presentes nos edifícios educacionais como a escola secundária de Copenhague (Figura 2) e a Wish School (Figura 3) em São Paulo. São escolas abertas às novas propostas pedagógicas e se preocupam com a qualidade e a organização do espaço escolar. Nessas escolas os espaços são integrados, construídos de forma mais fluida, com menos rigidez na estruturação de suas funções, possibilitando experiências diversas e mais personalizadas.

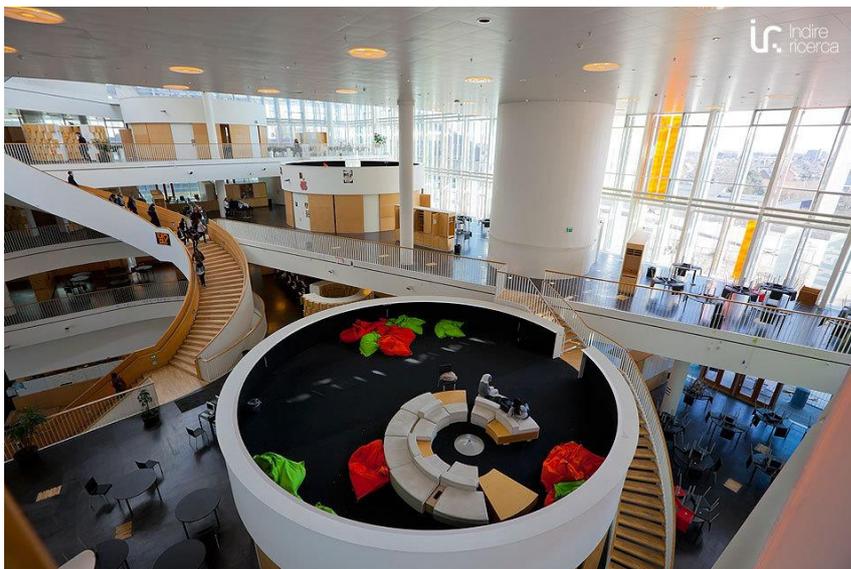


Figura 2 - Escola secundária Copenhague - Dinamarca

Fonte: <https://www.archdaily.com.br/br/797105/o-que-as-escolas-mais-inovadoras-do-seculo-xxi-tem-8-exemplos-que-voce-precisa-conhecer>
Acessado em 20/04/2018.



Figura 3 - Wish School - São Paulo

Fonte: <http://www.grupogaroa.com/47wish>
Acessado em 20/04/2018

Segundo os conceitos levantados pelos autores acima citados, a qualidade do meio ambiente afeta os estudantes e a luz natural é um dos elementos importantes para criar condições ambientais adequadas, facilitadoras no processo de aprendizagem. No ambiente escolar, a luz natural tem sido associada a um maior rendimento dos estudantes, diminuição do cansaço e melhoria no estado de ânimo (HESCHONG MAHONE GROUP, 1999).

Pesquisas realizadas por Boyce; Hunter; Howlett (2003) por meio do Lighting Research Center, tem demonstrado os efeitos da luz nos aspectos de bem-estar físico e mental. A luz é necessária para o sistema visual humano operar, sem luz não podemos ver. Porém, a luz além de dar visibilidade ao espaço, satisfazendo nossas necessidades de orientação diária nos dando condições para executar nossas tarefas, a luz também interfere diretamente na saúde do homem, pois está ligada ao ritmo circadiano, a secreções hormonais com implicações para estados de sono / vigília, estado de alerta, humor e comportamento.

Como veremos no capítulo a seguir, além dos aspectos da saúde dos estudantes, na arquitetura a luz é um elemento que deve ser considerado como gerador de valores ao ambiente construído. As cores, texturas e formas são intensificadas pela mutabilidade da luz. O espaço animado por ela nunca é desinteressante, ele envolve o espectador estimulando a imaginação, uma arquitetura interativa influenciada pela luz aguça os nossos sentidos.

3. LUZ E ARQUITETURA

Toda experiência na arquitetura é multissensorial, atribuímos significado e sentido ao espaço a partir das sensações e percepções vividas. A luz é essencial e imprescindível para percebermos as qualidades sensoriais do espaço, que sem ela se tornam apenas uma construção sem emoção. Nesse sentido a luz vem sendo trabalhada como forma de transformar os espaços, dando ao edifício um caráter poético, que emociona e proporciona um bem-estar além de físico também psíquico.

A luz natural pode ser considerada como um elemento arquitetônico que influencia a sua dimensão simbólica, que possibilita experiências e aguça os sentidos. Como salientado por Barnabé (2008) ela é capaz de influenciar as atmosferas e os humores.

A ênfase dada a seguir será sobre o entendimento da luz natural, tanto nos seus aspectos qualitativos quanto nos aspectos quantitativos. Esse conhecimento é necessário para a elaboração de um bom projeto de iluminação natural, onde técnica e poesia se interligam na produção de espaços de qualidade.

3.1 Luz e significado

A luz permite perceber a arquitetura revelando as qualidades do espaço, sua forma, materiais, cores e texturas. A quantidade de luz que entra em um ambiente e a sua distribuição interfere na percepção do espaço e permite uma vivência sensorial, influenciando a emoção do homem. Para Holl (2011, p. 21) "o que veem os olhos e sentem os sentidos em matéria de arquitetura se conforma segundo as condições de luz e sombra".

A luz natural com sua variedade etérea, suas mudanças ao longo do dia e das estações do ano, interage com os elementos da arquitetura dando vivacidade e intensificando a percepção do espaço. Por isso, a relação do homem com a luz transcende a pura necessidade de ambientes com conforto visual para desenvolver suas atividades e até mesmo os limites da realidade objetiva (PLUMMER, 2009).

Luz e arquitetura estão profundamente relacionadas quanto aos seus significados e conotações sociais, filosóficas, culturais e religiosas. A forma como os arquitetos manipularam a luz na arquitetura ao longo da história, reflete aspectos culturais e comportamentais. Assim, conforme ressaltado por Barnabé (2002) a

história da arquitetura é também a história dos vários modos de organizar o espaço-luz. O uso da luz acompanha e reafirma cada inflexão dos estilos arquitetônicos.

Na antiguidade, a luz era empregada para provocar sentimentos místicos, afirmar a sacralidade do local e estava associada a um simbolismo de veneração e exaltação dos deuses e seus temidos poderes sobre a vida na terra. Sempre com sentido religioso, as grandes construções do passado têm um domínio surpreendente da luz, podendo ser visto nos templos egípcios, gregos ou romanos.

A arquitetura Grega foi concebida para ser vista na luz, para revelar as proporções majestosas de seu exterior, e o espaço interior era a moradia dos deuses, somente acessível a raros privilegiados. Os Romanos perceberam que o espaço interno poderia ser manipulado através da luz, que enaltecia e realçava as formas. De acordo com Plummer (2009), a luz na época clássica se utilizou de propósitos racionais e o Panteão é uma surpreendente exceção. No centro da enorme sala existe um óculo por onde a luz natural entra, enchendo a sala de uma luz zenital que varia à medida que o sol vai mudando de posição durante o dia. Essa abertura (Figura 4) é a única conexão com o mundo exterior, a abóbada celeste, fazendo com que o olhar do espectador seja atraído para o céu. Quando os raios penetram, revelam os detalhes e cores das superfícies internas, como o piso de mármore que recebe a maior qualidade de luz e a reflete iluminando até os pontos mais escuros (RASMUSSEN, 2002).



Figura 4 - Teto do Panteão

Fonte: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6c/Internal_Pantheon_Light.JPG
Acessado em 31/01/2018.

Nos edifícios Góticos, fica evidente como o uso da luz expressa o caráter de uma época. Esse é um período onde “é possível considerar a forma de uso da luz e o tratamento dado ao espaço, como emblemáticos” (MASCARÓ, 2005, p.2). É uma época onde a influência da religião na concepção arquitetônica é notória, não se iluminava para atender apenas as necessidades fisiológicas do homem. Nas catedrais góticas as proporções e a luminosidade eram utilizadas para fins religiosos, seus vitrais coloridos e translúcidos projetam cores aos seus interiores, uma luz suave, colorida e mística, quase sobrenatural, deslocando a realidade física e dando lugar a um espaço espiritual. “A iluminação medieval teve a capacidade de criar um ambiente de solenidade suprema, que fazia parte importante do culto” (MASCARÓ, 2005, p. 2).

Com a chegada do Renascimento, no início do séc. XV, o tratamento da luz na arquitetura passou por mudanças significativas. A ruptura entre o espaço espiritualizado da Idade Média leva a uma luz uniforme, que realça a beleza das formas, das superfícies e das cores, permitindo uma compreensão fácil e completa dos espaços e das formas. Uma luz sem mistério, “necessária para enfatizar os aspectos objetivos da arquitetura: precisão, integridade, proporção, ordem e geometria” (PLUMMER, 2009, p. 8).

No Barroco a luz é novamente usada para reafirmar uma visão mística e dar dramaticidade ao ambiente, com uma iluminação teatral. É o período da Contrarreforma, onde a Igreja Católica reagia ao protestantismo e difundia um sentimento religioso de afirmação e persuasão da fé cristã. As Igrejas são grandiosas e ricamente decoradas, com a exploração dos efeitos dramáticos de luz e sombra (OLIVEIRA, 2009).

A partir do século XVIII, houveram transformações radicais nas formas e nos espaços arquitetônicos, principalmente ocorridos pelas possibilidades advindas da revolução industrial. A invenção da luz elétrica introduziu uma nova variável no espaço arquitetônico, que alterou a relação entre a arquitetura e a luz. Com a integração de sistemas de iluminação artificial em edifícios, o homem passa a ter o controle dos níveis de iluminação.

No séc. XIX o desenvolvimento de estruturas de ferro produziu sistemas em treliças mais leves e resistentes, permitindo os projetos de grandes vãos com aplicação de vedação de vidro. Os interiores passam a ser iluminados com abundância, e a "incipiente Arquitetura Moderna passou a ter, como um de seus

fundamentos, o apreço pela claridade, proporcionada pela evolução tecnológica do concreto armado, do aço e do vidro" (BARNABÉ, 2008, p. 11).

Para Barnabé (2008), houve dentro do movimento moderno, alguns grupos de arquitetos influentes que trabalhavam em busca de um modelo universal, onde os ambientes eram iluminados homoganeamente. Era uma identificação com a estética cartesiana, própria da racionalização técnica da forma e do funcionalismo. Outros grupos de arquitetos procuravam estabelecer um modelo mais voltado para o contexto, com uma iluminação heterogênea. Para o autor o movimento moderno nunca se tornou verdadeiramente universal.

A partir da década de 1960 novas mudanças de valores acontecem no contexto da sociedade, levando a questionamentos sobre certas concepções ideológicas do movimento moderno. As questões sobre a relação do homem com a natureza, sobre o corpo e o lugar tornam-se centrais para muitos arquitetos. Esta mudança foi influenciada pelas ciências sociais nos anos cinquenta e sessenta, como a sociologia, antropologia, arte e psicologia social, que assumiram um papel importante na ideia do arquiteto de revalorização da vida cotidiana.

Kahn fazia parte do grupo que questionava a produção racionalista e se preocupava com a valorização da relação entre luz e sombra, criando um jogo lumínico de luz direta e indireta e enfatizando os contrastes desejados. Possuía uma maneira muito própria e poética ao falar da relação entre luz e arquitetura. Para ele "toda matéria é luz e não cessa de ser luz quando passa ao estado de matéria" (GIURGOLA, 1980, p. 16), declarando assim, que tudo é feito de luz, que é meio e recurso na mão do arquiteto.

Para Khan, nenhum espaço arquitetônico é realmente um espaço a menos que tenha luz natural. Os interiores são para ser vividos, para penetrar nele, segundo Kahn: "o espaço interior é um segredo que deve ser descoberto deleitando-o" (MONTANER, 2001, p. 68).

Uma planta de um edifício deve ser lida como uma harmonia de espaços na luz. Até mesmo um espaço com pretensão de ser escuro deveria ter luz suficiente, vinda de alguma abertura misteriosa, apenas para nos dizer o quão escuro ele realmente é. Cada espaço deve ser definido por sua estrutura e pelo caráter de sua luz natural (KAHN, 2010, p. 25).

Le Corbusier, depois de sua fase brutalista, tratou a luz como um elemento importante para a composição dos espaços. Na Igreja de Notre-Dame-du-Haut (Figura 5), em Rochamp (1955) e no Convento de Sainte-Marie de Tourette (Figura 6), em Eveux (1960), a luz desempenha um papel de fundamental importância e tem uma qualidade poética intensa. A luz enquanto princípio fundamental no desenvolvimento da obra arquitetônica se torna uma das principais preocupações e objeto de estudo para Le Corbusier. “A arquitetura é o jogo sábio, correto e magnífico dos volumes reunidos sob a luz” (Le Corbusier, 1994, p. 11).



Figura 5 - Igreja de Notre-Dame-du-Haut

Fonte: <https://www.jerusalem-lospazioltre.it/chapel-of-notre-dame-du-haut-architecture-church/>
Acessado em 10/12/2018



Figura 6 - Convento de Sainte-Marie de Tourette

Fonte: <https://pt.wikiarquitectura.com/constru%C3%A7%C3%A3o/convento-sainte-marie-da-tourette/>
Acessado em 10/12/2018

Atualmente, arquitetos têm explorado a luz como algo que extrapola o nível físico, reconhecendo uma realidade metafísica. Para Plummer (2009), esses arquitetos entendem a luz como força primária no processo de concepção do edifício, muitas vezes projetando volumes nus, onde o essencial é a luz que se converte em tema principal. O espaço, assim planejado, permite ao homem experiências sublimes, redefinindo as relações das pessoas com o meio e com elas mesmas. São espaços fluidos, que variam com o passar do tempo e nunca são percebidos da mesma forma.

[...] se está criando um mundo de fenômenos que enfatiza em ser mais que em ver, e sobre o qual se convida a todo espectador a inscrever sua própria experiência, um mundo intensamente humano precisamente porque só toma forma através da imaginação da pessoa (PLUMMER, 2009, p. 15, tradução nossa).

Plummer (2009) considera que o país mais influente na exploração contemporânea da luz arquitetônica foi o Japão, em particular a arquitetura de Tadao Ando, que revela a relação entre luz e espaço, luz e sombra, como elementos fundamentais na concepção arquitetônica. Dentre as suas obras, a Capela da Luz (Figura 7) é um exemplo emblemático de como o arquiteto usa a luz natural com uma intenção plástica e simbólica muito forte, ao reduzir a quantidade de luz no interior do edifício. Na capela, a luz é protagonista, uma luz emotiva que comove os fiéis. Tadao Ando afirma que:

A luz só se converte em algo maravilhoso quando tem como fundo a mais profunda escuridão. As mudanças de iluminação ao longo do dia são o reflexo, uma vez mais, da relação do homem com a natureza, constituindo-se na máxima abstração desta, ao mesmo tempo em que desempenha uma função purificadora em relação à arquitetura (EL CROQUIS, 1999, p. 114, tradução nossa).



Figura 7 - Capela da Luz

Fonte: <https://www.archdaily.com.br/br/793152/classicos-da-arquitetura-igreja-da-luz-tadao-ando>
Acessado em 31/01/2018.

Durante toda a história, os arquitetos buscam explorar as relações simbólicas entre a luz e o espaço arquitetônico, tornando cada lugar memorável, principalmente quanto à qualidade de luz. A luz é, talvez, o elemento com maior influência sobre a atmosfera de um lugar, material moldável, que nas mãos dos arquitetos possibilita a ativação de nossos sentidos, transcendendo a arquitetura como simples matéria construída. O arquiteto Baeza (2013, p.21) coloca "Não é a luz na realidade a substância da arquitetura? Não é a história da arquitetura a busca, entendimento e domínio da luz"?

Somos acompanhados por toda a nossa vida por padrões de luz e alguns de seus significados são imagens arquetípicas, compartilhadas pela humanidade, outras são culturais, sendo absorvida por rituais ou ainda são pessoais, que refletem os acontecimentos específicos vividos. Portanto, os padrões de luz nos permitem vivências acumulativas, não apenas como elemento fundamental para se perceber as formas e como resposta às funções que ocorrem no espaço, mas como responsável por permitir sentir e entender a arquitetura (BARNABÉ 2008).

A luz simbólica tem o poder de nos conduzir a contemplar a vida além do finito e do temporal. Os ritmos e alterações da luz não se refletem somente nas nossas atividades diárias, mas nos nossos próprios corpos e mente que se tornam sensíveis

aos ciclos de luz. Além de revelar as formas construídas, com suas nuances transmite a dimensão do tempo, marcando o ritmo da vida quotidiana do homem. Ela se “relaciona com conceitos de vida, morte, infinito, muitas vezes atingindo o aspecto especial de uma luz divina, que simboliza a transcendência; associada ao céu ela é alta, infinita e poderosa” (BARBOSA, 2010, p. 61).

Precisamos da luz para a compreensão do espaço, ela tem a capacidade “misteriosa, mas real, mágica de colocar o ESPAÇO em tensão com o homem. Com a capacidade de dotar esse espaço de uma QUALIDADE que consiga mover e comover os homens” (BAEZA, 2013, p.38). Sempre tendo o homem como medida, pois é para ele que se faz arquitetura, Baeza afirma que:

Quando em minhas obras consigo que os homens sintam o compasso do tempo que marca a natureza, harmonizando os espaços com a LUZ, marcando-os com a passagem do sol, então creio que isso chamamos de arquitetura que vale a pena (BAEZA, 2013, p. 22).

Zevi (2009) discorre sobre arquitetura ser poesia. Para ele o arquiteto tem três grandes obrigações: função, técnica e arte. A arte necessita de grande habilidade perceptual e sensorial. Tal como o poeta na escrita o arquiteto precisa ter a habilidade para trabalhar o espaço. Portanto, o arquiteto deve ter consciência da importância e das potencialidades que a luz assume na produção do espaço, pois é um instrumento que modifica suas dimensões. Quando há esse entendimento, o arquiteto transforma-se, segundo ele, num "poeta do espaço". Desse modo, a luz sendo empregada como elemento de criação e composição arquitetônica, se desprendendo dos aspectos meramente técnicos, constituindo um misto de critérios técnicos e poéticos.

Pela manipulação da luz podemos, em um processo de exploração de imagens registradas em nossa memória, dar significado ao espaço, realçando suas qualidades. Heidegger sustenta que “a linguagem modela o pensamento, e que o pensamento e a poesia são necessários ao habitar” (NESBITT, 2006, p.32).

3.1.1 Luz e lugar

O arquiteto Norberg-Schulz é um dos defensores da fenomenologia da arquitetura como a capacidade de dar significado ao ambiente mediante a formação de lugares. De acordo com Plummer (2009), Norberg-Schulz, introduz a antiga noção romana do “genius loci”, um conceito romano sobre a existência de um espírito de um

determinado lugar (estabelecendo um elo com o sagrado), e chamando a atenção sobre a realidade qualitativa e poética da arquitetura, que tem como tarefa a criação da "alma do lugar". Esse entendimento de lugar deve estar nos fundamentos da arquitetura, não se constituindo somente de coisas concretas, mas também das etéreas como a luz, que são capazes de criar encantos e reforçar a ideia de emoção.

Para Norberg-Schulz, lugar é mais que uma localização abstrata, em geral cada lugar tem um caráter peculiar ou uma atmosfera, que vai além do sítio ou local da construção, abrangendo a tectônica. Interpretando os conceitos da obra de Heidegger sobre o habitar, assinala que a dignidade do homem se realiza no lugar arquitetônico onde habita, e habitar é estar em paz em um local protegido, assim, "o ato de demarcar ou diferenciar um lugar no espaço se converte no ato arquetípico da construção e a verdadeira origem da arquitetura" (Nesbitt, 2006, p. 443).

Dessa forma, o *genius loci*, pode ser caracterizado pela evocação da luz de um local. Oliveira (2009, p. 81), coloca que "interligando a relação entre luz e espírito de um lugar está sempre a relação entre luz e cultura". Esta relação entre luz e cultura é expressa na obra de Junichiro Tanizaki, *Elogio da Sombra* (1999), que ressalta a importância das sombras na cultura Japonesa e a preferência tradicional na estética Japonesa pelas sombras e seus efeitos, do rosto das mulheres às salas dos templos.

Ao falar da tradicional casa Japonesa, Tanizaki (1999) descreve a importância do telhado, que pende da casa como um guarda-sol, protegendo as paredes das intempéries e com suas varandas de grandes beirais, afastam ainda mais o interior da exposição direta do sol, luz e calor (Figura 8). Também se refere aos *shoji* (parede japonesa translúcida feita de ripas de madeira e papel branco espesso) como forma de transmitir ao interior uma luz leve e mutável que cria sombras, dispensando qualquer acessório.

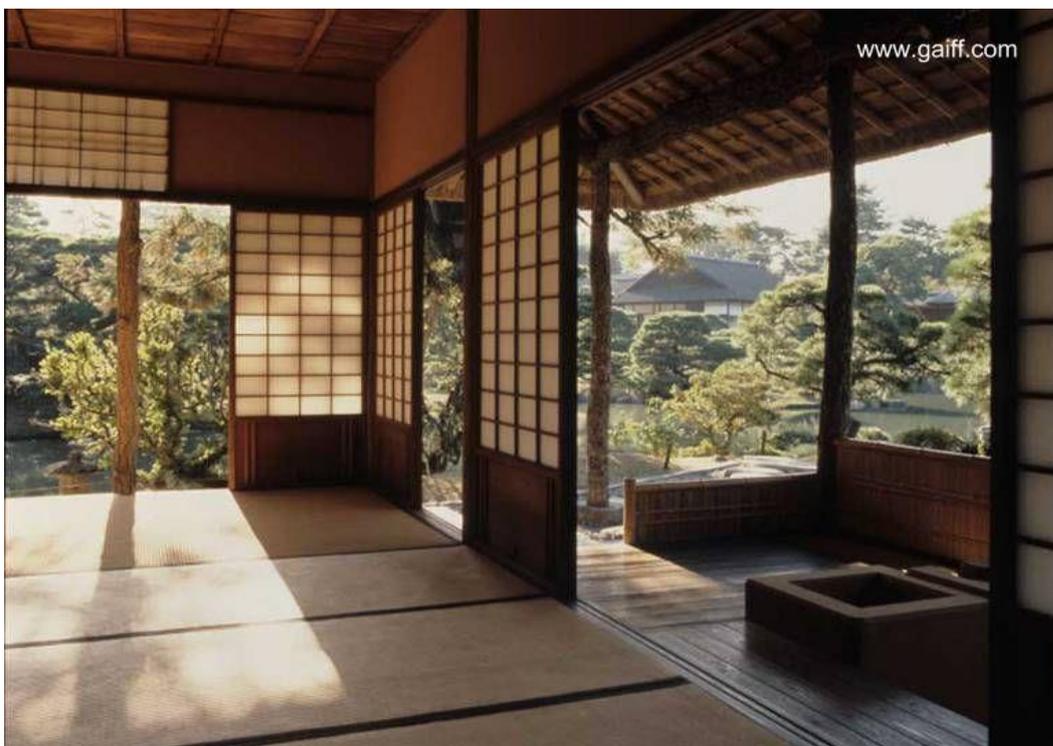


Figura 8 - Interior da casa Japonesa

Fonte: <https://www.pinterest.ca/pin/755971487421076686/>

Acessado em 11/12/2018

O ocidental, vendo isso, fica surpreso com esse despojamento e julga tratar-se apenas de paredes cinzentas desprovida de qualquer ornamento, interpretação legítima do seu ponto de vista, mas prova que ele não conseguiu desvendar o enigma de sombra (TANIZAKI, 1999, p. 31).

Há uma forte relação entre luz e lugar. O lugar possui características que lhe são próprias, sejam elas físicas ou climáticas. Recordamos de um lugar também pela experiência da luz, pois a nossa memória de luz está associada às emoções. Porém, o significado desta experiência se difere entre as diferentes culturas e também ao longo do tempo. A fenomenologia dos acontecimentos e lugares é também a fenomenologia da luz.

Luz, acontecimentos e lugares podem somente ser compreendidos em sua mútua relação. A fenomenologia dos acontecimentos e lugares é também a fenomenologia da luz. Em geral, eles todos se relacionam à fenomenologia da Terra e do Céu. O Céu é a origem da luz, e a Terra sua manifestação (NORBERG-SCHULZ, apud Barnabé 2008, p. 70).

3.1.2 Luz e sombra

Para o arquiteto Louis Kahn, ao mesmo tempo em que a escuridão evoca a incerteza, ela também inspira um profundo mistério. O mistério da sombra está ligado ao silêncio e ao temor; no silêncio existe uma tendência para a expressão (origem da manifestação artística) e na luz para a obra. Em um de seus escritos afirmou "amo os começos, [...] de passar do silêncio à luz", e ainda, "estou me acostumando a pensar em termos de silêncio e luz" (MONTANER, 2001, p. 64 - 68).

Em suas obras, existe uma graduação sutil que vai do ruído ao silêncio, da luz para a penumbra, das zonas públicas para as privadas. Kahn cria espaços com contraste de luz e sombra (Figura 9) e afirma que a luz é a criadora da matéria e o propósito da matéria é criar sombras (GIURGOLA, 1980). Muitos arquitetos seguiram a trajetória de Kahn em projetar com as sombras e as incluem como um elemento que dá forma aos espaços de silêncio. Entre eles estão Tadao Ando e a Igreja da Luz, Peter Zumthor e as Termas de Vals (Figura 10).

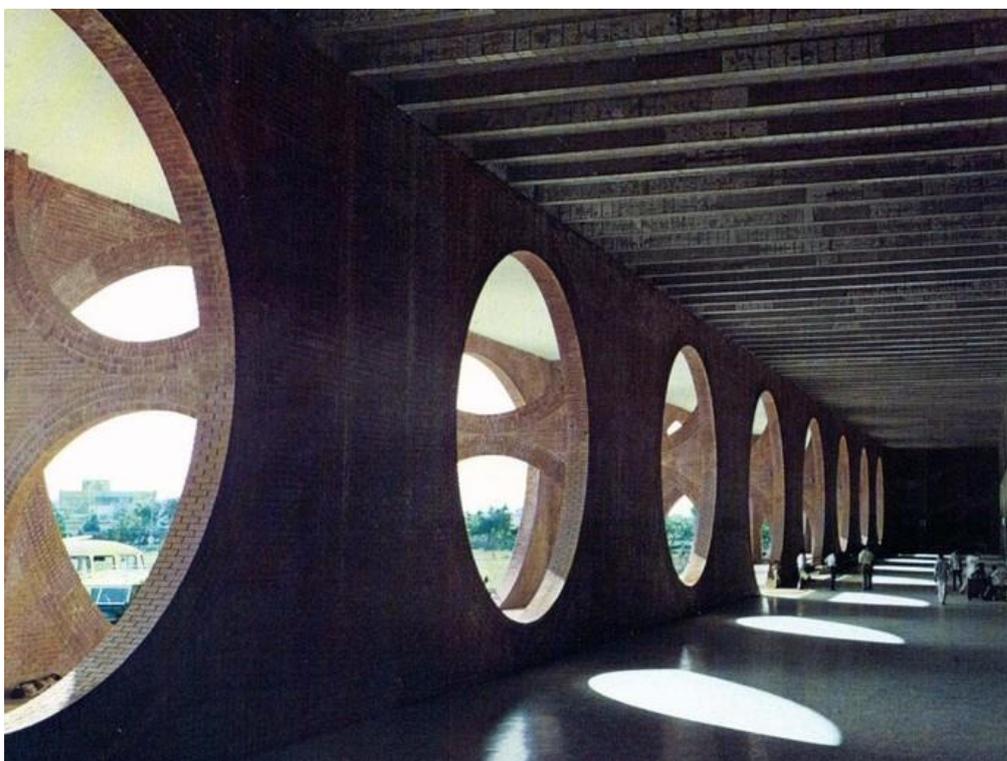


Figura 9 - Assembleia Nacional de Dacca

Fonte: <https://www.domusweb.it/en/from-the-archive/2012/09/08/louis-kahn-in-dacca.html>

Acessado em 10/10/2018



Figura 10 - Termas de Vals

Fonte: <https://www.pinterest.co.uk/pin/388717011559424317/>
Acessado em 05/04/2018

A luz é inspiradora quando surge dentro de espaços que apresentam simplicidade nas formas. Ela transforma o ambiente conferindo dramaticidade e vida. Assim, a sombra ganha um papel relevante, pois sua presença torna a luz mais significativa, dando ao espaço uma atmosfera que convida à contemplação. Portanto, dependendo de como as sombras se modificam ao longo do dia, os espaços se transformam, adquirindo um caráter temporal e evidenciando a passagem do tempo. Para Tadao Ando "luz e sombra concedem movimento, afrouxam sua tensão e injetam corporalidade no espaço geométrico" (FURUYAMA, 1997, p.12).

A sombra faz parte da luz, na medida em que a sombra é elemento essencial para evidenciar a forma e organização dos volumes, como também a profundidade dos objetos. A variação de luz com os contrastes luminosos de zonas claras e escuras nos permite distinguir os ambientes e a complexidade das informações visuais. Os relevos, texturas e materiais de uma superfície se diferenciam e se distinguem através dos níveis de iluminação e a relação entre cada parte no todo é importante para a nossa percepção do lugar. Ritmos e movimentos também podem

ser acentuados por meio das relações entre luz e sombra, através da modulação das estruturas e aberturas, pois todo volume sob a luz projeta sombras e essas conferem dramaticidade ao espaço (Figura 11).

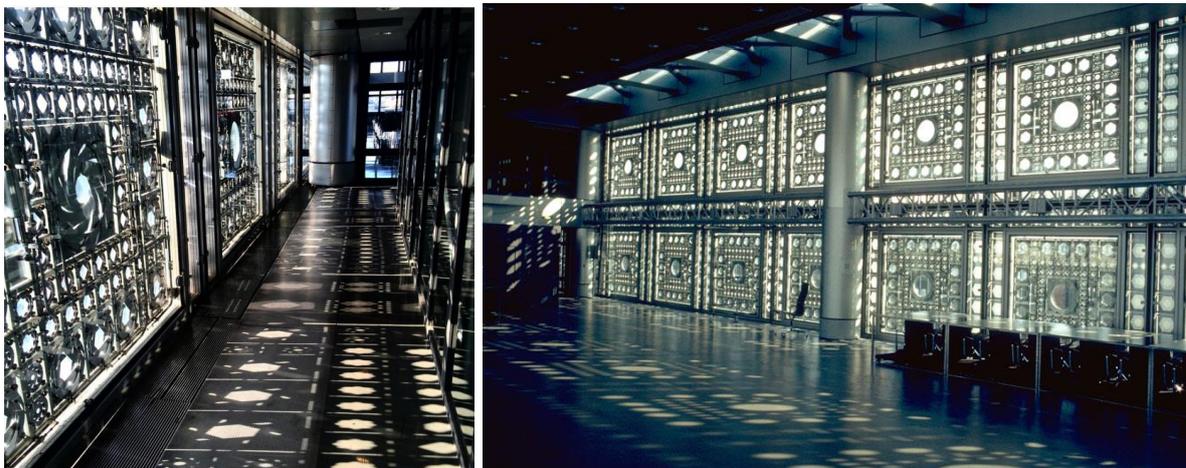


Figura 11 - Instituto do Mundo Árabe - Paris

Fonte: <https://asdistancias.com/2017/04/05/instituto-do-mundo-arabe-um-novo-olhar-sob-um-tema-polemico/>

Acessado em 10/10/2018

O espírito perceptivo e a força metafísica da arquitetura se guiam pela qualidade da luz e sombra, conformada pelos sólidos e os vazios, pelo grau de opacidade, transparência ou translucidez. Em essência a luz natural com sua variedade de mudança etérea, orchestra a intensidade da arquitetura e das cidades. O que veem os olhos e sentem os sentidos em matéria de arquitetura se conforma segundo as condições de luz e sombra (HOLL, 2011, p. 21, tradução nossa).

Para Pallasmaa (2011), as sombras são essenciais, pois elas reduzem a precisão da visão e convocam a visão periférica, estimulando a fantasia e a imaginação. Ao contrário, a luz forte e homogênea paralisa a imaginação e enfraquece a experiência da vida humana. "Em espaços de arquitetura espetaculares, há uma respiração constante e profunda de sombras e luzes; a escuridão inspira e a iluminação expira luz" (PALLASMAA, 2011, p. 44).

3.2 Luz e percepção do espaço

A luz torna as coisas visíveis e nos informa sobre o que nos cerca, influenciando a nossa percepção e compreensão do espaço, nos permitindo apreciar suas qualidades e particularidades como os matizes das cores, a textura, a forma e a atmosfera dos interiores. Assim, a relação entre luz e o espaço é fundamental na

arquitetura, uma mudança nas condições de iluminação de um ambiente, pode mudar nossa percepção do espaço arquitetônico.

A luz, material, mas sempre em movimento, é precisamente a única capaz de fazer com que os espaços definidos pelas formas construídas com material denso, flutuem, levitem. Ela faz voar, desaparecer a gravidade. Vence-a. O insuportável peso da matéria inevitável e imprescindível só pode ser vencido pela Luz (BAEZA, 2013, p. 51).

Nosso corpo se relaciona com o meio ambiente e o meio ambiente afeta nosso corpo, produzindo associações que ficam impressas em nós, não há corpo separado do espaço. Merleau-Ponty (1999, p. 278) coloca que “será preciso despertar a experiência do mundo tal como ele nos aparece enquanto estamos no mundo por nosso corpo, enquanto percebemos o mundo com nosso corpo”. Portanto, toda a experiência da arquitetura é multissensorial, sentida por nosso corpo e esta experiência reforça a sensação de pertencer ao mundo.

O passar do tempo, a luz, a sombra e a transparência; os fenômenos cromáticos, a textura, os materiais e os detalhes... tudo isso participa na experiência total da arquitetura. [...] Somente a arquitetura pode despertar simultaneamente todos os sentidos, toda complexidade da percepção (HOLL, 2011, p. 08, tradução nossa).

A percepção do espaço pelo homem depende da qualidade de seus sentidos e também da memória. O corpo não é somente físico, ele é enriquecido pela memória e pelos sonhos. Bachelard (2005, p. 25) afirma que “os verdadeiros bem-estares têm um passado. Todo passado vem viver, pelo sonho, numa casa nova”. Os poderes do inconsciente fixam as mais distantes lembranças, confirmando assim, que o corpo sabe e lembra, e nossas sensações de conforto, proteção e lar estão enraizadas nas nossas primeiras experiências. Os espaços vividos de hoje, são os espaços de memória de amanhã, podendo ser resgatados ao reconhecê-los na paisagem, pois as imagens presenciais despertam imagens da memória, também os sentidos são capazes de nos transportar para lugares que recordamos e aflorar a imaginação (BACHELARD, 2005).

Com a arquitetura nós temos uma autêntica experiência física e sensorial, pois o corpo inserido no espaço é o mediador entre o mundo e nossa existência, sendo o local de referência, memória e imaginação. Logo, "A arquitetura elabora e comunica ideias do confronto carnal do homem com o mundo por meio de emoções plásticas

[...] o mister da arquitetura é tornar visível como o mundo nos toca" (PALLASMAA, 2011, p. 43).

3.2.1 Luz e cor

Para compreendermos a natureza da cor, temos de observar alguns requisitos fundamentais para que a cor exista para nós, como luz, visão e a matéria ou anteparo sobre o qual a luz incide. Pedrosa (2008, p.19) a define: "A Cor não tem existência material, ela é, tão somente, uma sensação provocada pela ação da luz sobre o órgão da visão". Farina, Perez e Bastos (2006, p.85) reforçam que "a Cor é uma realidade sensorial da qual não se pode fugir. Além de atuar sobre a emotividade humana, as cores produzem uma sensação de movimento, uma dinâmica envolvente e compulsiva".

A cor não é uma característica física e sim uma impressão sensorial do observador. Sob um ponto de vista subjetivo, a cor é a resposta a um estímulo luminoso captado pelo olho e interpretado no cérebro. Assim, a cor é uma sensação que depende de diversos fatores, como a iluminação que pode revelar a cor pigmento como também colorir uma superfície. O material não mostra uma cor física, pois é o olho que produz a sensação cromática, na verdade a aparência de um objeto é o resultado da iluminação incidente sobre ele (BARBOSA, 2010).

Goethe (1993) considera que o olho deve sua existência à luz. Isso quer dizer que a percepção está no próprio olho do observador. Para ele o olho é produzido pela luz, e "[...] deve a sua existência à luz [...] a luz produz um órgão que se torna seu semelhante. Assim, o olho se forma na luz e para a luz" (Goethe, 1993, p. 44). O autor completa que "as cores são ações e paixões da luz" (Goethe, 1993, p. 35), dessa forma a noção de Goethe de visualidade incorpora além dos aspectos científicos os aspectos poéticos, onde luz e cor se relacionam perfeitamente.

A luz é um dos requisitos para a percepção da cor e é fundamental para que possamos ver. Luz é a radiação eletromagnética compreendida entre 380 e 780nm, capaz de produzir uma sensação visual. Esta pequena porção chamamos de "espectro visível" e o sistema olho-cérebro não só percebe a radiação dentro dessa faixa, mas também é capaz de discriminar diferente comprimento de onda para produzir a sensação de cor (Figura 12). A luz que chamamos de branca é, na verdade, formada por sete cores do vermelho ao violeta. Abaixo do vermelho temos o

infravermelho, que nós não enxergamos, acima do violeta temos o ultravioleta, que nós também não vemos.

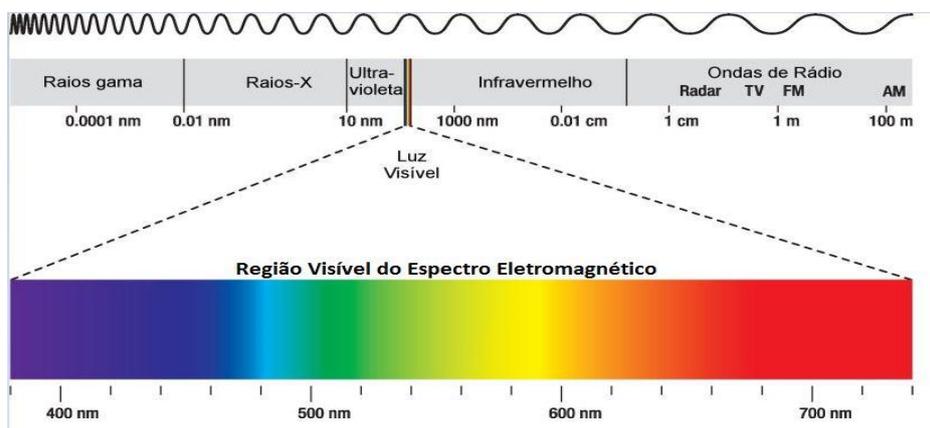


Figura 12 - Espectro Visível

Fonte: <http://knoow.net/cienciasexactas/fisica/espectroelectromagnetico>

Acessado em 19/01/2018.

A cor nunca é igual, ela é alterada pelas variações do espectro colorido da luz ao longo do dia, que vai do amarelo da manhã, passando pelo azul do meio até o vermelho-laranja do pôr do sol (Figura 13). A cor também varia com as qualidades de luz de cada lugar, resultando em diferentes maneiras de percebê-la.



Figura 13 - Variação da Luz e Cor

Fonte: <http://www.t5fixtures.com/daylight-full-spectrum-t5-lights/>

Acessado em 31/01/2018.

Os conceitos colocados por Goethe (1993) sobre a dimensão simbólica e sensível da cor, como fenômeno que escapa a física, influenciaram os artistas modernos e foram fundamentais para o conhecimento dos fatores psicológicos e fisiológicos da cor. Seu trabalho se afasta das exigências da matemática e da

formalização geométrica e se aproxima dos artistas; para Goethe o fenômeno da cor deve ser articulado com a própria experiência da cor e afirma que:

Para atingir a perfeição na arte do colorido, o artista deve coordenar os efeitos morais das cores, os seus efeitos psicológicos, a sua natureza técnica, enfim, a influência que sobre elas exercem as circunstâncias exteriores. As cores atuam sobre a alma: podem excitar-lhe sensações, despertar-lhe emoções, ideias que nos tranquilizam ou nos agitam, e que ou provocam a tristeza ou a alegria (Perazzo, Racy, 1999, p. 4).

Holl (2011, p. 20) considera que "nossa percepção da cor não pode se explicar completamente mediante a matemática das ondas luminosas e o ato físico da visão". Alguns fatores como a luz, a transparência ou opacidade dos materiais, a relação de uma cor com a outra, interferem variando e modificando os seus valores cromáticos e alterando nossa percepção do espaço. Portanto, precisamos da cor para organizarmos nossa informação visual, pois através dela compreendemos o mundo tridimensional que nos rodeia. Nesse processo a variação da cor nos permite distinguir as formas, volumes e texturas.

Rasmussen (2002) coloca que por meio da correta utilização das cores pode-se fazer com que um objeto pareça grande ou pequeno, próximo ou distante, frio ou quente. Ela é um aliado importante na criação do aspecto de um edifício sendo possível ser utilizada para acentuar os elementos da arquitetura.

O meio em que vivemos influencia o nosso comportamento, e exerce influência sobre a nossa percepção. A localização, o clima e a cultura podem determinar o uso e a experiência das cores. Uma mesma cor pode produzir sentidos diversos, adquirindo novos significados a partir da percepção de cada observador, pois cada um de nós tem uma memória afetiva e um arquivo cultural de cores. Para Dondis (1999, p. 38) "No meio ambiente compartilhamos os significados associativos da cor das árvores, da relva, do céu, da terra e de um número infinito de coisas nas quais vemos as cores como estímulos comuns a todos".

A reação do indivíduo à cor é uma maneira particular, subjetiva e relativa a vários aspectos. Muitas preferências sobre as cores se baseiam em associações ou experiências agradáveis vivenciadas no passado. De acordo com Barbosa (2010, p. 52) "Ao longo do processo civilizatório, as experiências dos homens com as cores, originaram simbologias e significados psicológicos que funcionam como arquétipos". Assim, cada cultura tem sua própria forma de usar a cor e dar a ela um significado.

As cores também podem interferir na fisiologia humana. O estímulo da cor, depois que captado pelos olhos é levado ao cérebro, onde são produzidas transformações bioquímicas (Costi, 2002). O vermelho equivale ao comprimento de ondas longas e atua diretamente sobre o ramo simpático do sistema neurovegetativo, responsável pelo estado de alerta. A cor azul corresponde às ondas curtas, produz o efeito exatamente contrário e atua no ramo parassimpático do sistema neurovegetativo. O ramo parassimpático está ativo durante os estados de repouso, entretanto, utilizado em excesso pode causar depressão. O branco é a superposição de todos os comprimentos de onda, podendo ser tão estimulante e até irritante, de acordo com as proporções usadas (BARBOSA, 2010).

O tédio, a sonolência, a diminuição de atenção são reações do organismo a um ambiente pobre de estímulos. Para Costi (2002), os estímulos e as variedades são necessários ao cérebro humano, fundamentando que uma só cor num ambiente com luz uniforme cria uma sensação monótona. No entanto, adverte quanto ao uso de tonalidades intensas em ambientes que necessitam de tranquilidade, pois a estimulação excessiva, com cores fortes, pode incomodar e causar irritabilidade.

3.2.2 Luz e textura

A textura é o aspecto exterior das formas e coisas existentes. A textura é por definição o tecido da superfície, a pele, e faz parte dos aspectos das superfícies e da composição física dos objetos.

Podemos apreciar e reconhecer uma textura tanto pelo tato, quanto pela visão. Algumas texturas não são táteis, só ópticas, outras são reais e as qualidades táteis e ópticas coexistem. “É nessa qualidade tátil que a pele lê a textura, a densidade e a temperatura da matéria” (PALLASMAA, 2011, p.53). Experimentamos um contato íntimo e corpóreo com os materiais com o toque, com a visão e com os demais sentidos. Os materiais com suas texturas são elementos que compõem a arquitetura. A forma como são manipulados e como se apresentam através dos gradientes de iluminação, provoca sensações e torna a arquitetura uma experiência interativa e enriquecedora. No Salk Institute, obra do arquiteto Louis Kahn, é nítido de como a percepção das texturas pode mudar, com a variação da incidência solar no concreto das paredes e no mármore travertino do piso (Figura 14).

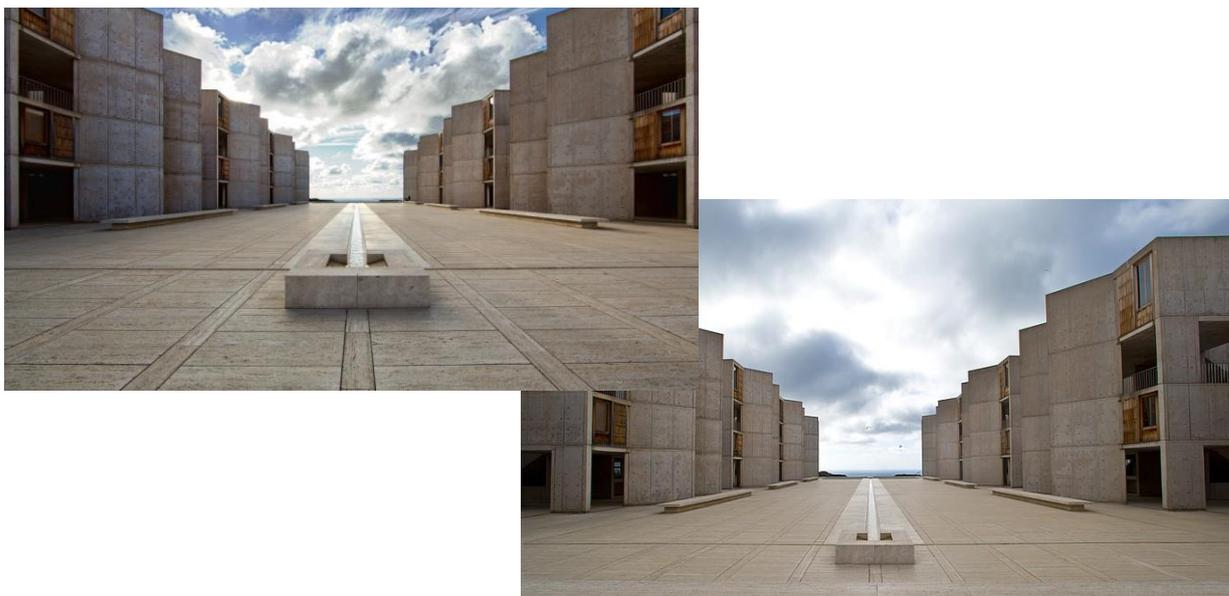


Figura 14 - Salk Institute

Fonte: <https://letstalkallthingsdesign.wordpress.com/2014/08/18/louis-kahns-masterpiece/>
Acessado em 05/07/2018

O ângulo de incidência da luz pode revelar ou modificar a aparência de uma superfície e sua textura, conferindo-lhes qualidades tridimensionais. Os detalhes das texturas das superfícies dependem da direção da luz. A luz frontal é uma luz pobre, pois ao incidir sobre o plano quase em ângulo reto, provoca pouca ou nenhuma sombra, escondendo a textura. Rasmussen (2002, p. 197) coloca que “se o objeto for deslocado da luz frontal para um lugar onde a luz lhe incida lateralmente, será possível encontrar um ponto que propicie uma impressão excelente de relevo e textura”.

3.2.3 Luz e forma

Formas são percebidas com a presença da luz. Sem a luz, não existe forma. Desse modo, “ao projetar-se sobre a massa do edifício, a luz determina sua volumetria em um jogo de claro e escuro que revela suas formas” (BARNABÉ, 2008, p. 35). A luz evidencia a forma da arquitetura, definindo os seus contornos e exaltando as formas construídas como também enfatizando os seus significados conceituais.

De acordo com Dondis (1999, p. 36), “As variações de luz ou de tom são os meios pelos quais distinguimos a complexidade da informação visual do ambiente”. Portanto, a relação entre claro e escuro, as gradações de luz e sombra, isso é, os contrastes luminosos, individualizam e definem os volumes e as formas dos objetos

iluminados, fazendo com que percebamos suas três dimensões e as relações entre os objetos.

Na arquitetura luz e forma estão profundamente relacionadas. Assim como a luz é importante para revelar as formas, as formas são importantes para o ingresso da luz na edificação. O entendimento do comportamento da luz é fundamental na relação entre volumetria e aberturas, tanto para promover a entrada da iluminação natural, quanto para a garantia da proteção solar (SANTOS, 2007). A definição da forma, das aberturas e dos elementos sombreadores, são importantes na qualidade da iluminação natural no interior do edifício, que deve ser garantida pela integração da luz natural ao projeto de arquitetura. Para Rasmussen (2002), a simples modificação de dimensão e localização de uma abertura sobre uma superfície, pode transformar profundamente o caráter de um espaço.

3.2.4 Interação interior x exterior

O modo como a luz é tratada na envoltória, pode separar ou conectar o interior do exterior. A luz influencia na relação dentro/fora, contribuindo para que a sensação de privacidade, proteção, integração no interior sejam realçadas. Giurgola (1980, p. 54) coloca que “nas obras do arquiteto Kahn se observa uma paulatina transição entre a parte externa e a interna, a passagem da zona pública para a privada. Existe uma gradação sutil que vai do ruído para o silêncio, da luz para a penumbra, das zonas públicas para as privadas”.

Pallasmaa (2011, p. 46) discorre sobre o escrito de Barragan que afirma que o uso de enormes janelas “privaram nossas edificações da intimidade, do efeito da sombra e da atmosfera”. Para ele nos dias atuais, com os grandes panos de vidro, ficamos privados dessa tensão entre interiores e exteriores. É esperado que o espaço interior sirva de proteção das intempéries, da luz excessiva, do calor e da escuridão da noite, sendo uma experiência diferente do exterior.

As extensas fachadas de vidro são capazes de criar maior interação com o exterior e permitir maior claridade no interior dos ambientes, no entanto, podem proporcionar o aumento do ganho térmico e o ofuscamento pela penetração solar direta. Por isso, em locais com alta incidência solar, esse tipo de fachada se torna um problema, exigindo cuidados especiais como a seleção dos vidros e do sistema de sombreamento, que precisa ser definido na fase inicial do projeto.

As aberturas laterais e zenitais estabelecem uma comunicação com o exterior, nos permitindo ver a paisagem e as mudanças nos níveis de luz através do dia. Essas cenas podem ser tranquilizadoras ou estimulantes e nos transmitem a sensação de lugar, visto que, quando vivemos em um local conhecemos os seus ciclos de luz e escuridão, o que nos ajuda em nosso ritmo diário, conferindo uma impressão de controle do dia.

3.2.5 Delimitação e orientação

A luz pode conectar espaços ou separá-los, através de contraste ou continuidade. Ela é um artifício importante para promover a delimitação do espaço, orientação, desenvolver hierarquias e sugerir movimento. Podemos enfatizar esses aspectos, de acordo com a finalidade do espaço, por intermédio da distribuição e manipulação da luz.

O homem tende a seguir a luz, somos atraídos quando os contrastes de luz são percebidos, a luz nos atrai e seu brilho normalmente chama nossa atenção. Quando no espaço temos um aumento gradual de uma luz mais fraca para uma luz mais brilhante e intensa, somos induzidos a seguir essa mesma direção (BARBOSA, 2010). A luz pode orientar-nos no espaço, evidenciando acessos e caminhos. Se soubermos onde estamos e como nos movimentar nesse espaço, reforçamos nosso sentimento de segurança.

As variações entre luz e sombra podem direcionar nosso olhar e atenção, pois reagimos aos contrastes (BARBOSA, 2010). Os contrastes podem ser menos perceptivos ou mais evidentes, em função das diferenças de iluminância e luminâncias. Dessa forma, pode-se criar uma delimitação de áreas nos espaços escolares pela manipulação da luz. Os espaços podem ser fisicamente integrados, através da similaridade dos efeitos de luz, ou serem diferenciados, individualizando locais de descansar, brincar e de atividades pedagógicas, criando lugares dentro de uma grande área.

3.3 Luz no Espaço Escolar

A arquitetura escolar que enfatiza as necessidades humanas, se aproxima da poesia ao revelar através da luz o seu espaço físico e o seu espaço conceitual. A Escola em Alto Pinheiros (Figura 15), tirou partido da mutabilidade da luz, dos

materiais, das cores, das texturas, da forma, da vegetação e também da relação interior e exterior, criando espaços que provocam sensações e percepções múltiplas nas crianças.



Figura 15 - Escola em Alto Pinheiros - São Paulo

Fonte: <https://www.archdaily.com.br/br/797184/escola-em-alto-de-pinheiros-base-urbana-plus-pessoa-arquitetos>

Acessado em 18/04/2018.

O espaço escolar, onde se passa a maior parte da infância e juventude, opera de maneira determinante na vida das pessoas, pois é mediador de nossas vivências. Kuhnen (in Cavalcanti; Elali, 2011) afirma que atribuímos significado e sentido ao espaço, a partir das sensações e percepções e também das experiências vividas ali. As experiências mais profundas vão se acumulando através do tempo. Por isso, a importância de se dar atenção a capacidade multissensorial do homem, que através dos sentidos percebe o meio e lhe dá significado.

[...] sentir um lugar leva mais tempo, se faz de experiências: em sua maior parte fugazes e pouco dramáticas, repetidas dia após dia através de anos. É uma mistura singular de vistas, sons e cheiros, uma harmonia ímpar de ritmos naturais e artificiais, como a hora do sol nascer e se pôr, de trabalhar e brincar. Sentir um lugar é registrado pelos nossos músculos e ossos (TUAN, 1983, p. 203).

A arquitetura cria lugares à medida que adquire significado. Isso não é diferente na arquitetura escolar. Através dos sentidos a criança percebe e explora o espaço, e isso dá origem a um conjunto de valores que ficam registrados em sua memória, favorecendo o sentimento de apropriação e pertencimento. Assim, o meio físico atua de forma não verbal tendo impacto direto e simbólico sobre seus ocupantes,

por meio de uma “comunicação subjetiva” de intenções e valores, as quais interferirão na apropriação deste ambiente pelos usuários (ELALI, 2003).

Para Frago; Escolano (2001, p. 61) “o espaço se projeta ou se imagina; o lugar se constrói. Constrói-se a partir do fruir da vida e a partir do espaço como suporte”. Ou seja, o espaço se torna um lugar quando é ocupado pelo homem e a sua valorização só se torna concreta, quando a relação das pessoas com o espaço é plena e envolva todos os sentidos.

Santos (2011) considera a relevância da atividade lúdica no processo de aprendizado infantil. Na escola o lúdico traz benefícios a todas as crianças, tornando o processo de aprendizagem divertido e alegre. Segundo Piaget (1975), quando as crianças brincam elas estão se socializando e desenvolvendo suas percepções, inteligências e tendências à experimentação.

As aberturas com tamanhos e alturas diversas, as envoltórias dinâmicas e os sistemas de sombreamento, podem promover um interessante jogo de luz e sombra, e as sombras criam um ambiente propício para os sonhos e o lúdico (Figura 16). Assim, é possível gerar com a arquitetura formas e espaços diferenciados, criando cantos e recantos propícios ao surgimento de situações e atividade lúdicas, que segundo Santos (2011) “não só colabora para o desenvolvimento como é ferramenta valiosa no processo de aprendizagem infantil” (SANTOS, 2011, p. 116).



Figura 16 - Kindergarten in Kanagawa - Japão

Fonte: www.boex.co.uk/wp-content/uploads/2016/10/kindergarten-an-hibinosekkei-youji-no-shiro-kanagawa-japan_dezeen_936_12.jpg
Acessado em 30/06/2018

O homem sempre dá significado ao vivido, por meio das lembranças desenvolvidas ao longo de sua vida. Assim os tempos de colégio trazem muitas histórias, sempre associadas ao espaço onde aconteceram. Para Garcia (2016, p.34), “É praticamente indissociável a memória dos fatos passados do lugar onde elas ocorreram. A história se fez sobre o cenário. E o cenário sediou muitas histórias. É o espaço da arquitetura na memória da educação”.

As primeiras experiências vividas deixam nas pessoas uma profunda impressão. Os espaços escolares experimentados na infância são locais de significação afetivas e culturais. Frago; Escolano (2001) fazem uma narrativa (mistura de ficção e realidade) de um adulto que visitou a escola que frequentou na infância. O local de suas primeiras experiências ainda estava em sua memória e era capaz de fazê-lo se perceber em cada lugar.

Mas a memória não lhe era infiel: o espaço que contemplava era, ainda que menor, o mesmo cenário de sua infância, e os lugares que observava correspondiam aos seus primeiros esquemas perceptivos. A escola havia sido, para ele, depois da sua casa e de alguns limites próximos a ela, uma experiência decisiva na aprendizagem das primeiras estruturas espaciais e na formação de seu próprio esquema corporal (FRAGO; ESCOLANO, 2001, p. 22).

Para a percepção e experimentação dos espaços, a luz é elemento fundamental, sem luz não há percepção visual. Na arquitetura escolar, a luz pode além de responder as questões funcionais, ser trabalhada para ampliar a percepção do usuário. O espaço animado pela luz nunca é desinteressante, ele envolve o espectador estimulando a imaginação, atraindo a atenção e tornando-o uma aventura ótica e emocional (BARNABÉ, 2002).

Um exemplo é a escola de Guastalla, na Itália (Figura 17), projetada pelo arquiteto italiano Mario Cucinella. Nela foram usados materiais naturais, como a madeira, que pela luz tem suas características destacadas. Uma arquitetura interativa influenciada pela luz, cor, som e tato, aguçando todos os sentidos.



Figura 17 - Escola Guastalla - Itália

Fonte: <https://sustentarqui.com.br/construcao/elementos-sustentaveis-em-escola-primaria-na-italia/>
Acessado em 17/04/2018.

As cores podem colaborar para se criar um ambiente escolar adequado aos estudos. O Colégio Positivo em Curitiba (Figura 18), é um exemplo de como a variedade de cores, bem colocadas, podem ajudar a criar espaços estimulantes. Nas salas de aula, professores e alunos precisam sentir-se estimulados e motivados, e o uso da cor colabora neste sentido.

Em e tratando de escolas, as cores tem importância fundamental pois reforçam um caráter lúdico, despertando os sentidos e a criatividade. A imagem austera e institucional das escolas de outrora pode ser substituída por uma imagem que torna o prédio escolar mais próximo do usuário, com aparência alegre e lúdica, que indique que a ida à escola se traduza em algo prazeroso (AZEVEDO, 2002, p. 114).



Figura 18 - Colégio Positivo Internacional - Curitiba, PR

Fonte: <https://www.archdaily.com.br/br/872442/colegio-positivo-internacional-manoel-coelho-arquitetura-e-design>

Acessado em 10/03/2018

Lacy (2007) afirma que a preferência de cores de cada pessoa depende dos sentimentos e atitudes, da época que se está vivendo, da faixa etária em que se encontra. Podendo as cores das quais não se gosta desencadear sensação de desconforto, e até mesmo mal-estar. Em estudo realizado por ela, juntamente com o professor Harry Wohlfarth e Catherine Sam, em várias escolas do Canadá para averiguar os efeitos das cores sobre os estudantes, chegaram à conclusão de que a introdução das cores nas escolas pode melhorar consideravelmente a vida dos estudantes.

O efeito da cor no ambiente interno deve ser harmonioso, com variedade cromática, tendo como objetivo “estimular o processo de conhecimento e identidade do lugar, proporcionando aos usuários variedade e complexidade cromática suficiente e uma percepção rica e global do ambiente” (SANTOS, 2011 p. 68).

Na arquitetura escolar, é importante planejar ambientes onde as crianças possam explorá-los com a mão e com a “mente”. Na Creche Crýsalis (Figura 19), diferentes materiais com texturas variadas estão presentes com o objetivo de conferir sensações sutis do prazer tátil. Dessa forma, criando ambientes baseados nos efeitos perceptivos, onde as texturas podem ser realçadas pelo jogo de luz e sombra. A luz

pode avivar a matéria e ao incidir sobre as superfícies dos materiais é capaz de refletir, transmitir e absorver a luz recebida (AZEVEDO, 2002).

Esses ambientes podem ser construídos com uma variedade de materiais e acabamentos, valorizando efeitos naturais que possam introduzir ou reforçar conceitos como áspero/liso, duro, macio, cheiros e sons diversos, numa tentativa de refinar suas percepções sensoriais (AZEVEDO, 2002, p. 119).



Figura 19 - Creche Crystals - Nova Zelândia

Fonte: [/www.archdaily.com.br/br/770201/chrysalis-childcare-centre-collingridge-and-smith-architects/55231d51e58ecea11900009f-portada_chrysalis-70-jpg](http://www.archdaily.com.br/br/770201/chrysalis-childcare-centre-collingridge-and-smith-architects/55231d51e58ecea11900009f-portada_chrysalis-70-jpg)
Acessado em: 22/09/2018

É necessário que o espaço escolar tenha uma forma convidativa, que seja um espaço acolhedor, alegre e favorável à aprendizagem. As formas arquitetônicas, mesmo aquelas que parecem estáticas, podem se tornar dinâmicas com o constante processo de mutação da luz. O passar das horas faz com que a luz se projete em diferentes orientações, como também possibilita variações de cores ao longo do dia, influenciando nossa percepção espacial e também possibilitando ricas experiências visuais (Figura 20). Os objetos ganham formas múltiplas e a percepção do espaço pode variar quanto ao formato real, sempre mudando ao longo do tempo.



Figura 20 - Creche Crystals - HN Nursery

Fonte: www.archdaily.cn/cn/900032/hn-you-er-yuan-ri-bi-ye-she-ji-plus-you-er-zhi-cheng/5b6a273af197cc091e000010-hn-nursery-hibinosekkei-plus-youji-no-shiro-photo
Acessado em 15/04/2018

As atividades escolares normalmente acontecem em espaços internos. Por isso a importância de se oferecer um horizonte externo. Azevedo (2002) destaca que em escola tradicionais, a atenção dos alunos está vinculada a uma completa alienação do que acontece a sua volta, impedindo o olhar para fora, com o uso de janelas altas. “O que reforça uma educação com métodos e conteúdo desinteressante, incapazes de manter a concentração” (AZEVEDO, 2002, p. 113).

É fundamental que se desenvolva na escola espaços com conectividade entre interior e exterior, que tenham visibilidade para toda as áreas de aprendizado, com aberturas voltadas para os pátios cobertos e descobertos, para os jardins e vegetações. As vistas são importantes para o descanso dos olhos; um local sem vista para o exterior e sem luz natural pode causar problemas como o estresse e a claustrofobia (RUCK, 2000).

Assim o tamanho e a posição das aberturas na envoltória devem ser consideradas em relação ao nível dos olhos dos ocupantes, para que eles tenham uma boa visibilidade externa (Figura 21). Porém, deve-se atentar para que a mesma não seja um elemento ofuscante. É fundamental que as aberturas para visão possuam baixa transmissão luminosa, assim a vista pela janela pode ser preservada sem comprometer outras funções (SANTOS 2007).

A adoção de esquadrias ao nível do usuário, permitindo a visualização do espaço externo, é muitas vezes vista como um elemento dispersivo da atenção do aluno. No entanto poder olhar para o exterior, suaviza a sensação de enclausuramento e rigidez institucional, algumas vezes imposta como fator de controle e disciplina (AZEVEDO, 2002, p. 20).



Figura 21 - Creche MK-S Yokohama - Japão

Fonte: <https://www.archdaily.com.br/br/892584/creche-mk-s-hibinosekkei-plus-youji-no-shiro/5aba2a7bf197cc2f4b0000f7-mk-s-nursery-hibinosekkei-plus-youji-no-shiro-photo>
Acessado em 20/04/2018

3.4 Aspectos Quantitativos

Para Lam (1986) avaliar os aspectos quantitativos é tão importante quanto avaliar os aspectos qualitativos da luz e devem ser aplicados considerando as necessidades psicológicas e fisiológicas das pessoas, para a produção de lugares confortáveis e produtivos. Seguindo esse pensamento, Robbins (1986) afirma que iluminação natural pode ser classificada tanto como arte, pois beneficia a arquitetura através de características estéticas e qualitativas, quanto como ciência, por ser um sistema ambiental que é descrito quantitativamente, de acordo com sua integração com outros sistemas.

Para que a presença da luz natural no interior do edifício não se torne incomoda, é importante a elaboração de um bom projeto de iluminação, capaz de controlar a luz disponível, maximizando suas vantagens e reduzindo suas desvantagens. Durante a concepção arquitetônica, o edifício deve ser tratado como um todo e não como uma coleção de partes. Por isso, as decisões quanto à utilização da luz natural devem ser tomadas nas etapas iniciais de projeto para que as chances de se obter resultados satisfatórios sejam maiores, visto que ela é influenciada por diversos fatores que envolvem as decisões arquitetônicas, como: orientação da edificação, dimensionamento e posicionamento das aberturas, elementos

sombreadores, transmissão luminosa dos vidros, coeficiente de reflexão dos materiais (SANTOS, 2007).

Para a elaboração dos sistemas de luz natural nos ensaios projetuais e para as análises dos dados fornecidos pelas simulações computacionais, etapas desenvolvidas nas proposições desse trabalho, foi necessário o entendimento dos critérios relacionados ao desempenho da iluminação natural em ambientes escolares, através dos níveis de iluminância, luminância, ofuscamento e uniformidade, a partir da Norma Brasileira e de pesquisas relacionadas aos métodos de avaliação da eficiência da luz natural. Foram abordados também, os componentes de passagem de luz natural ao interior dos ambientes (aberturas laterais e zenitais) e dois sistemas de sombreamento e redirecionamento da luz mais utilizados em unidades escolares.

3.4.1 Critério relacionados ao desempenho da iluminação natural

A Norma Brasileira, NBR ISO 8995-1 (2013) é a regulamentação brasileira que determina os requisitos do projeto de iluminação para locais de trabalho interno, assegurando os aspectos quantitativos e qualitativos exigidos para o desempenho de tarefas visuais. Ela estabelece critérios ao projeto luminotécnico relacionados ao índice limite de ofuscamento unificado (UGRL), índice de reprodução da cor (RA) e atendimento aos níveis de iluminância. A norma também apresenta quatro anexos abordando: a) considerações para áreas de tarefa e áreas do entorno; b) malha de cálculo para projetos do sistema de iluminação; c) controle do ofuscamento; d) manutenção do sistema de iluminação.

3.4.1.1 Iluminância

Apresentar um bom nível de luz para a tarefa que se deseja realizar é condição necessária, e as normas estabelecem os níveis de iluminância para diversas tarefas, diferentes idades dos que realizam as tarefas, diferentes precisões das tarefas, e para ambientes diversos. De acordo com a NBR ISO 8995-1 (2013), a iluminância e sua distribuição nas áreas de trabalho e no entorno imediato exercem um maior impacto em como uma pessoa percebe e realiza uma tarefa visual de forma rápida, segura e confortável.

O termo iluminância, também conhecido como nível de iluminação, indica a quantidade de luz (lumens - lm) por unidade de área (m²) que chega em um determinado ponto e sua unidade é o lux, ou lm/m². As iluminâncias recomendadas

pela NBR ISO 8995-1 (2013), são as mantidas sobre a área da tarefa, no plano de referência que pode ser horizontal, vertical ou inclinado, sendo que as iluminâncias médias para cada tarefa não podem estar abaixo dos valores dados na norma.

A NBR (2013) traz os índices para os diversos ambientes de uma “Construção Educacional”. Com relação as salas de aula, a norma orienta que a iluminância mantida deve ser de 300lux, o índice limite de ofuscamento de 19 e o índice de reprodução de cor mínimo de 80, recomendando que a iluminação do ambiente seja controlável (Quadro 1).

Tipo de ambiente, tarefa ou atividade	\bar{E}_m lux	UGR_L	R_a	Observações
28. Construções educacionais				
Brinquedoteca	300	19	80	
Berçário	300	19	80	
Sala dos profissionais do berçário	300	19	80	
Salas de aula, sala de aulas particulares	300	19	80	Recomenda-se que a iluminação seja controlável.
Salas de aulas noturnas, classes e educação de adultos	500	19	80	
Sala de leitura	500	19	80	Recomenda-se que a <i>iluminação deve seja controlável.</i>
Quadro negro	500	19	80	Prevenir reflexões especulares.
Mesa de demonstração	500	19	80	Em salas de leitura 750 lux
Salas de arte e artesanato	500	19	80	
Salas de arte em escolas de arte	750	19	90	$T_{cp} > 5\ 000\ K$
Salas de desenho técnico	750	16	80	
Salas de aplicação e laboratórios	500	19	80	
Oficina de ensino	500	19	80	
Salas de ensino de música	300	19	80	
Salas de ensino de computador	500	19	80	Para trabalho com VDT ver seção 4.10.
Laboratório lingüístico	300	19	80	
Salas de preparação e oficinas	500	22	80	
Salas comuns de estudantes e salas de reunião	200	22	80	

Quadro 1 - Planejamento dos Ambientes (áreas), tarefas e atividades com a especificação da iluminância, limitação de ofuscamento e qualidade da cor.

Fonte: NBR ISO 8995-1 (2013)

A iluminância nas áreas do entorno devem estar relacionadas com a iluminância da área de tarefa e podem ser mais baixas que a mesma, não podendo ser inferior aos valores apresentados na tabela abaixo (Quadro 2). Mudanças drásticas nas iluminâncias ao redor da área de tarefa podem levar a um desconforto (NBR 8995-1, 2013).

Iluminância da tarefa lux	Iluminância do entorno imediato lux
≥ 750	500
500	300
300	200
≤ 200	Mesma iluminância da área de tarefa

Quadro 2 - Iluminância da tarefa e do entorno imediato

Fonte: NBR ISO 8995-1 (2013)

3.4.1.2 Luminância

Hopkinson, Petherbridge, Longmore (1975), diferenciam o brilho físico de um objeto, que pode ser medido por um fotômetro, e o brilho subjetivo desse objeto, visto pelos olhos adaptados aos ambientes. Para eles a palavra luminância deve ser usada para especificar a quantidade física do brilho.

O que é percebido não é a iluminância sobre uma superfície, mas a luz que sai dessa superfície, ou seja, a luminância, pois a visão está relacionada com luminâncias, contrastes e brilhos das superfícies no campo de visão. Portanto, uma boa iluminação não é alcançada somente com níveis adequados de iluminância, mas também deve-se atentar para os níveis de luminância, para que não haja contrastes excessivos no campo de visão.

A distribuição de luminância em um ambiente influencia a boa visibilidade da tarefa e conseqüentemente o conforto visual. Segundo a NBR 8995-1 (2013), luminâncias muito altas podem levar ao ofuscamento e locais onde existem contrastes muitos altos de luminâncias exigem que os olhos tenham uma continua readaptação, causando fadiga visual. Porém, quando os contrastes de iluminância são baixos, eles tendem a tornar os ambientes sem estímulo e tediosos.

A escolha das luminâncias deve englobar todas as superfícies do ambiente, tais como parede, teto, planos de trabalho, piso, etc. De acordo com a NBR 8995-1 (2013) a faixa de refletância úteis para superfícies internas mais importantes são:

Teto	0,6 - 0,9
Paredes	0,3 - 0,8
Planos de Trabalho	0,2 - 0,6
Piso	0,1 - 0,5

Quadro 3 - Faixa de refletância úteis para superfícies internas

Fonte: NBR 8995-1 (2013)

3.4.1.3 Uniformidade

A uniformidade está relacionada à distribuição da luz no plano de trabalho, sendo a relação entre o valor mínimo e o valor médio de iluminância em um ambiente. As mudanças bruscas na quantidade de luz, na área de trabalho, podem causar distração e confusão, afetando o conforto visual e a percepção.

Com relação às condições adequadas para a área de tarefa e do entorno imediato, a NBR 8995-1 (2013) prevê que se tenha um valor de uniformidade superior a 0,7 na área de tarefa e superior a 0,5 no entorno imediato (Figura 22).

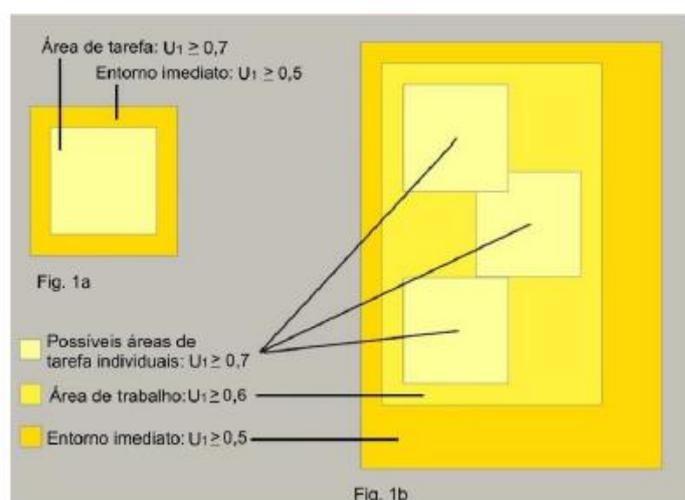


Figura 22 - Área de tarefa e entorno imediato

Fonte: NBR ISSO 8995-1 (2013)

Para salas de aula padrão, onde toda a sala é considerada área de trabalho (layout flexível), a área de iluminação deve ser a sala inteira, excetuando uma faixa marginal de 0,5m de largura. A uniformidade nesse caso, pode ser maior ou igual a 0,6.

3.4.1.4 Ofuscamento

O ofuscamento é a sensação produzida por áreas brilhantes dentro do campo de visão e pode ocorrer de duas maneiras: como ofuscamento desconfortável e ofuscamento inabilitador. Pode também ser causado por reflexões em superfícies especulares e é normalmente conhecido como ofuscamento refletido (NBR 8995-1, 2013).

Segundo Robbins (1986) ofuscamento é o desconforto visual ou redução na habilidade de ver detalhes ou objetos, causado por uma ou mais fontes excessivamente brilhantes ou por contrastes extremos.

O olho humano pode se adaptar a uma grande variação de ambientes luminosos, desde a luz das estrelas ($0,03 \text{ cd/m}^2$) até a de um dia de céu claro (10.000 cd/m^2), mas não pode funcionar muito bem quando uma variação tão extrema de níveis de brilho está presente no campo visual ao mesmo tempo (ROBBINS, 1986, p. 235).

Hopkinson, Petherbridge, Longmore (1975) denominam o ofuscamento desconfortável como “desconforto visual por encadeamento”, ele causa desconforto, mas não impede a visão dos objetos, não interfere na performance visual. Normalmente não é imediatamente percebido, mas pode causar sintomas tardios, como cefaleias e afetar no desempenho das tarefas. A segunda forma de ofuscamento, o ofuscamento inabilitador, os autores denominam de “incapacidade visual por encadeamento”. Acontece quando uma fonte de luz muito intensa reduz a habilidade de uma pessoa ver os objetos no campo visual e pode ser experimentado em uma iluminação pontual ou fontes brilhantes intensas.

A janela pode se configurar como uma fonte de ofuscamento desconfortável. Se a penetração solar e a luminância não forem controlados, o usuário tenderá a abaixar as cortinas, inutilizando o potencial de iluminação natural. Diversos mecanismos de controle podem ser utilizados, para o controle do ofuscamento produzido pela janela, tais como: elementos sombreadores internos e externos, vidros com controle solar, elementos direcionadores de luz, etc. (SANTOS, 2007).

De acordo com a NBR 8995-1 (2013) o índice de ofuscamento de desconforto causado por um sistema de iluminação pode ser determinado pelo método UGR (índice de ofuscamento unificado), usado para medir o desconforto visual por ofuscamento para fontes pequenas como luminárias. A norma recomenda

que um sistema de iluminação seja adequado para a respectiva categoria UGR e fornece uma tabela (Quadro 4) com exemplos de limites máximos.

Desenho técnico	≤ 16
Leitura, escrita, salas de aula, computação, inspeções	≤ 19
Trabalho em indústria, exposições, recepção	≤ 22
Trabalho bruto, escadas	≤ 25
Corredores	≤ 28

Quadro 4 - Limite máximo de UGRL

Fonte: NBR ISO 8995-1 (2013)

Independentemente do método de cálculo usado, a recomendação é que os índices de UGR não excedam os limites de UGR apresentados na tabela para Planejamento dos Ambientes (áreas), tarefas e atividades com a especificação da iluminância, limitação de ofuscamento e qualidade da cor (tabela 02).

Para os projetos de arquitetura, uma questão importante é compreender como ofuscamento ocorre no interior dos ambientes e o que pode ser feito para evitá-los. Robbins (1986) discorre sobre a importância das janelas para iluminação e para a visão do exterior, e aponta algumas medidas de controle de ofuscamento pelas janelas:

Planejar a localização das posições de trabalho ou estudo de forma que os usuários sob condições normais de trabalho não tenham uma visão direta do céu.

Reduzir a visão do céu usando beirais, brises, prateleiras de luz, marquises e outros elementos de proteção.

Não colocar tarefas visuais precisas sob a luz solar direta ou onde a visão do sol numa superfície interior esteja dentro do campo de visão.

Colocar mais de uma abertura, em superfícies diferentes ajuda a reduzir o impacto do ofuscamento de uma abertura, ajudando a aumentar o brilho total interior de um espaço e reduzindo o contraste entre o céu e o interior.

Colocar a abertura de forma que as superfícies imediatamente adjacentes tenham alta luminância ajuda a diminuir o desconforto visual por ofuscamento.

Reduzir a luminância no plano da abertura usando protetores internos.

Aumentar o brilho do entorno das aberturas modificando o formato das janelas e usando acabamentos claros.

Detalhar o peitoril, caixilhos e acessórios para produzir um contraste gradativo em vez de acentuado quando o céu pode ser visto através das aberturas (ROBBINS, 1986, p. 244).

3.4.1.5 Métodos de avaliação da eficiência da luz natural

Devido às variações diárias e sazonais da luz natural, torna-se muitas vezes difícil a análise de seu comportamento em ambientes internos. Para isto, têm-se considerado medidas de desempenho dinâmico, que são métodos que demonstram a capacidade da luz natural de iluminar os espaços. São elas:

- Fator de luz do dia - *Daylight Factor* (**DF**)
- Autonomia da luz do dia - *Daylight Autonomy* (**DA**)
- Iluminância útil da luz do dia - *Useful Daylight Illuminances* (**UDI**)

O primeiro método desenvolvido foi o chamado Fator de Luz do dia (**FLD**), ou *Daylight Factor* (**DF**). O DF é definido como a proporção entre a iluminância interna em uma superfície horizontal (E_i) e a iluminância externa em uma superfície horizontal (E_e), medidas simultaneamente sob condições de céu encoberto. Apesar de ter sido utilizado durante muitos anos, esse método foi questionado por alguns pesquisadores, uma vez que, ao utilizar apenas o céu encoberto, não retrata a realidade da iluminação natural no ambiente (NABIL, 2006).

O método Autonomia da Luz do dia, ou *Daylight Autonomy* (**DA**) foi introduzido por Reinhart (2002) em substituição ao conceito de Fator de Luz do dia, baseado em métodos de simulações dinâmicas do ambiente, que possibilitam, através da engenharia do RADIANCE, modelar a distribuição de iluminância interna sob condições arbitrárias de céu e complexas geometrias do ambiente. O valor limite para o alcance do DA, proposto por Reinhart (2002), é de 500 lux, para tarefas de escritório, onde trabalhos contínuos, de leitura e escrita, são exercidos (SANTOS, 2007).

O método Iluminância Útil da Luz do dia, ou *Useful Daylight Illuminances* (**UDI**) foi introduzido por Nabil e Mardaljevic (NABIL et al, 2006), também como substituição ao DF e complementação do trabalho de Reinhart (2002). O UDI corresponde então, à percentagem de horas em um ano em que a iluminância no plano de trabalho atinge um valor dentro de uma variação confortável. Esta variação é definida entre 100 a 2000 lux. Abaixo de 100 lux, a iluminância atinge um nível muito baixo e, portanto, insuficiente para contribuir significativamente na redução da

iluminação artificial. Acima de 2000 lux a iluminância atinge um nível muito alto, podendo produzir desconforto térmico, visual ou ambos (NABIL et al, 2006).

Atualmente, discute-se sobre a expansão ou redução da faixa de valores aceitos, preferenciais ou toleráveis pelos ocupantes. O argumento utilizado por Mardaljevic et al (2012) para o aumento do limite superior de tolerância para iluminância, passando essa de 2.000 lux para 3.000 lux, está atrelado aos aspectos de saúde dos usuários: a manutenção do ritmo circadiano sugere que exposições regulares a altos níveis de iluminância durante o período diurno pode proporcionar efeitos benéficos à saúde a longo prazo. Ainda assim, Mardaljevic et al (2012) alerta para a existência de um considerável grau de incerteza na definição da faixa de valores de iluminância preferencial ou tolerável por ocupantes de ambientes de trabalho e, por isso, recomenda que as faixas de UDI sejam tomadas como referências ilustrativas de possibilidades, ao invés de adotadas como metas fixas.

3.4.2 Sistemas de iluminação natural

As estratégias de projeto de iluminação natural são classificadas por Baker, Fanchiotti e Steemers (1993) em: componentes de condução, componentes de passagem e proteção. A utilização e combinação de uma ou mais dessas estratégias deve considerar as condições do clima local, disponibilidade de luz natural, orientação solar e atividade desenvolvida no ambiente.

Segundo os autores, os componentes de condução são espaços intermediários ou internos que têm a função de conduzir e distribuir iluminação natural ao interior do edifício. Esses podem ser espaços de luz intermediários, como por exemplo as galerias, ou espaços de luz interiores como os pátios internos, átrios, dutos de luz, poços. Já os componentes de passagem são elementos que permitem a passagem de luz natural ao interior dos ambientes, sendo dois os componentes de passagem básicos da iluminação natural: as aberturas laterais e as zenitais. Aos componentes de passagem devem ser acrescentados elementos de controle, para evitar a penetração de radiação solar direta.

3.4.2.1 *Aberturas laterais*

As aberturas laterais mais usadas são as janelas, que podem variar em relação ao comprimento, altura e disposição. As aberturas laterais possuem, além da função de iluminar, a função de conectar visualmente o exterior com o interior. RUCK et al (2000) ressaltado a importância de separar as aberturas para visão e para iluminação, uma vez que cada uma apresenta objetivos diferenciados. As aberturas para visão estabelecem a comunicação com o exterior, por isso devem ser transparentes, se localizarem na altura dos olhos, terem baixa transmissão luminosa, para que a mesma não se torne um elemento ofuscante. Já as aberturas para a iluminação devem possuir alta transmissão luminosa e estar posicionadas acima da altura dos olhos, evitando o luminância excessiva da janela no campo de visão.

Nos ambientes iluminados lateralmente, o nível de iluminância diminui rapidamente com o aumento da distância da janela. Em regra geral, analisa Hopkinson et al (1975) a iluminação natural útil alcançará somente uma distância de 2,5 vezes a altura do piso até o topo da janela. Portanto, é interessante, sempre que possível, utilizar mais de uma abertura em um mesmo espaço, pois espaços com aberturas para iluminação natural em mais de uma orientação possuem uma melhor distribuição da luz.

Neste tipo de abertura é importante ter como objetivo, tanto a captação da luz natural, quanto a proteção solar. Isso pode ser conseguido por intermédio de uma especificação correta dos vidros, e da utilização de sistemas de sombreamento e redirecionamento da luz, a fim de evitar ofuscamento e ganhos térmicos advindos da penetração solar direta.

3.4.2.2 *Aberturas zenitais*

A iluminação zenital é caracterizada pela passagem de luz através da cobertura e pode ser feita através de aberturas no teto, como lanternim, sheds, cobertura translúcida e domus. As aberturas zenitais são uma boa opção para a introdução da luz natural em espaços com grande profundidade, como bibliotecas, centros comerciais, museus, também podem ser muito eficientes em pátios e circulações de edifícios escolares.

Segundo Robbins (1996), a iluminação zenital através de sheds proporciona uma iluminação mais intensa e uniforme. No entanto, como estão sujeitas

à alta incidência solar, por receberem luz de uma região muito brilhante do céu, devem possuir anteparos que barrem a entrada da radiação solar direta.

A utilização de difusores brancos e opacos, são uma das formas de otimizar o uso e a distribuição da luz natural de uma abertura zenital. Moore (1991) coloca que essa estratégia é capaz de dobrar as iluminâncias internas, comparadas com a utilização de elementos zenitais transparentes.

3.4.3 Sistemas de sombreamento e redirecionamento da luz

Os sistemas de sombreamento são importantes para se utilizar a iluminação natural no interior das edificações, sem que se traga ganhos térmicos. Por outro lado, os dispositivos de redirecionamento da luz proporcionam uma melhor distribuição da luz natural no interior dos espaços e evitam o ofuscamento causado pelas aberturas laterais (SANTOS, 2007).

O sistema de iluminação natural, em climas quentes, deve captar e redirecionar a luz solar incidente, evitando o aquecimento interno, fornecendo sombreamento, iluminação natural e proteção contra o ofuscamento. Portanto, uma iluminação natural adequada deve promover a entrada de luz nos ambientes internos, porém evitando os ganhos térmicos e o ofuscamento.

Os sistemas de sombreamento e redirecionamento da luz podem ser fixos ou móveis. Os móveis podem ter controle manual ou automatizado, de acordo com a disponibilidade de luz e incidência solar. Diversos sistemas têm sido estudados e testados e possuem características diferentes em relação aos parâmetros de desempenho e conforto visual, por isso é importante conhecer suas diferenças e entender como aplicá-los nas diversas situações. Destaca-se também a necessidade de considerar as características do edifício como a orientação das fachadas, localização, tamanho e tipo de aberturas, o entorno e o uso do espaço interno, para a tomada de decisões quanto ao sistema de sombreamento.

A seguir, faremos a descrição de dois sistemas de sombreamento e redirecionamento da luz, que foram usados na pesquisa, para as simulações computacionais. A escolha dos sistemas para a descrição, ocorreu em função do seu uso frequente em unidades escolares e por apresentarem custo relativamente baixo e exigências de manutenção simples.

3.4.3.1 Prateleira de luz ou light shelves

As prateleiras de luz são elementos posicionados horizontalmente e podem ser colocados dentro ou fora da edificação. Devem ser localizadas acima do nível dos olhos dos usuários do espaço, a fim de evitar o ofuscamento e possibilitar a vista externa. Normalmente são posicionadas em janelas dividindo-as em duas partes, uma inferior e outra superior.

Tem como função proteger da luz solar direta as áreas próximas das aberturas, e redirecionar a luz que incide em sua superfície para o teto, melhorando a distribuição da luz interna. Para Lam (1986), as prateleiras de luz proporcionam um ponto de interesse na fachada, além de trazer para o interior do ambiente a escala humana.

De acordo com Ruck (2000), a prateleira interna reduz a quantidade de luz recebida se comparada ao sistema convencional de janela (Figura 23). Já a prateleira externa, em alguns casos, pode aumentar a quantidade luz natural, também quando comparada com a janela tradicional, uma vez que aumenta a exposição a áreas de altas luminâncias do zênite no céu. As prateleiras podem ser convencionais, com suas abas fixas e planas ou opticamente tratadas, com as abas curvadas e segmentadas, a fim de refletir a luz solar. Uma prateleira inclinada, pode projetar a luz mais profundamente, porém nessa posição e dependendo da altura do sol, ela também pode projetar a luz solar direta para baixo, causando efeitos indesejáveis como o ofuscamento nos planos de trabalho.



Figura 23 - Prateleira de Luz

Fonte: <https://www.papodearquitecto.com.br/iluminacao-natural-na-arquitetura/>

Devem ser projetadas em função da orientação da janela e trabalham bem em ambientes profundos na fachada norte no hemisfério sul. São muito eficientes em climas ensolarados, pois bloqueiam a luz solar direta, minimizam os ganhos térmicos e segundo Ruck (2000), aumentam o nível de iluminação além de 10m de distância da janela.

3.4.3.2 Brises

O brise-soleil é um elemento arquitetônico cuja função é sombrear, minimizando a incidência solar nos espaços interiores, evitando assim, problemas como ofuscamento, ganhos térmicos e melhorando a iluminação natural. É caracterizado por um sistema de lamelas fixadas a perfis, e podem ser aplicados no exterior em planos de fachada, em coberturas ou em palas de sombreamento (FROTA, 2004).

Quanto à posição que ocupa na fachada, os brises podem ser horizontais, verticais e mistos (Figura 24). Quanto à rigidez, podem ser fixos, sem a possibilidade de regulação, ou móveis, que permitem a possibilidade de regulação, otimizando o controle solar conforme o uso do espaço e desejo dos ocupantes. Segundo Bittencourt (2000), os elementos vazados, chamados cobogós, são considerados como brises misto em escala reduzida.

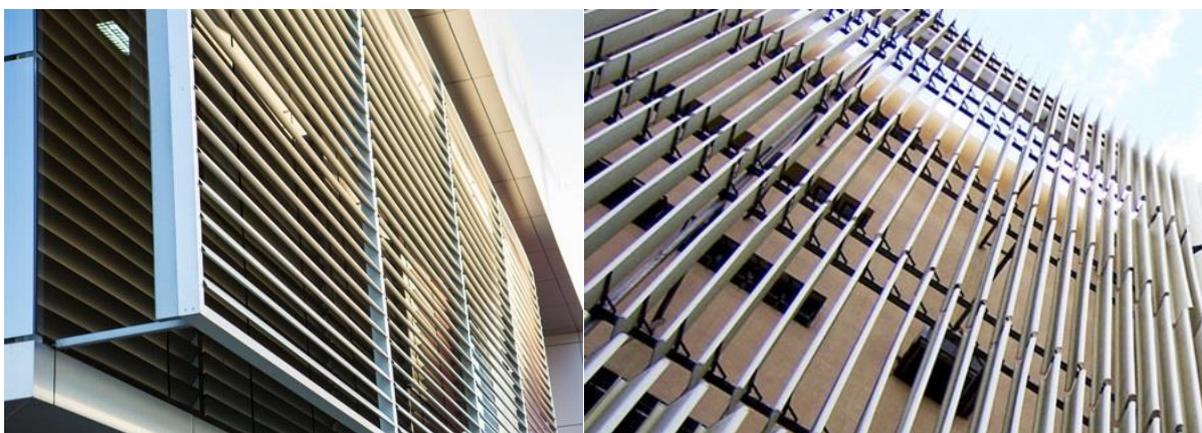


Figura 24 - Brise horizontal e Brise vertical

Fonte: <https://www.conazsolucoes.com.br/2018/03/15/brises-principais-tipos-e-modelos/>
<https://www.conazsolucoes.com.br/2018/03/15/brises-principais-tipos-e-modelos/>

As lamelas encontram-se disponíveis em diferentes formas, materiais e acabamentos. Além do concreto armado, existem as placas de concreto celular,

chapas de aço, chapas de aço perfuradas, telas, vidros, policarbonatos, madeira, brises fotovoltaicos (que captam a energia solar), e os sistemas inovadores para bloqueio solar e captação de luz, como os painéis prismáticos

Frota (2004) esclarece que a determinação do tipo de brise-soleil depende de diversos fatores e para obter uma maior eficiência é preciso considerar os seguintes pontos:

Seja guardada uma certa distância entre o sistema de sombreamento e o corpo da edificação (pelo menos 30 cm), o que amenizará o efeito da radiação e também proporcionará a ventilação desse espaço; quanto menor o contato do brise-soleil com o corpo do edifício, menor será o calor transmitido por condução.

Tenha acabamento superficial externo, na face exposta ao sol, de cor clara, para evitar maior sobreaquecimento dessa superfície, isto é interessante não só para o próprio edifício, mas também para seu entorno.

Se o material do quebra-sol for isolante térmico, o desempenho do sistema de proteção será melhor, posto que menos calor chegará a face voltada para o edifício, resultando em temperatura superficial menor.

Se essa face tiver acabamento superficial de baixa emissividade térmica- superfícies metálicas de alto brilho, mesmo aquecidas, emitem pouca radiação térmica- menos calor será emitido para a superfície externa do corpo da edificação (FROTA, 2004, p. 164).

4. TEORIA PROJETUAL DE CHRISTOPHER ALEXANDER

Após a Segunda Guerra Mundial, surge o Movimento dos Métodos de projeto (*Design Methods*), a partir do interesse em sistematizar o processo de projeto. Isso ocorre devido ao reconhecimento da complexidade, da abrangência e da interdisciplinaridade cada vez maior dos problemas e das soluções que envolvem o projeto (design). Cresce então, um entendimento sobre a necessidade de melhor compreender os processos de projeto e de formalização de métodos.

A chamada primeira geração desse movimento, buscava uma forma de tratar a complexidade do ato projetual, de modo científico e racional. A pesquisa procurava formas de desmistificar a criatividade no processo de projeto, a passagem da caixa preta para caixa de vidro, isso é, do método no qual o projetista chega a uma solução genial, sem que saiba qual processo o levou a tal solução, para o método no qual a tomada de decisão é lógica e racional (SANTOS, 2012). Alexander é um dos principais expoentes desse movimento. Ele estudou matemática e arquitetura na Universidade de Cambridge e obteve seu doutorado na Universidade de Harvard nos Estados Unidos. Sua tese de doutorado, *Notes of the Syntesis of Form*, foi publicada em 1964 e recebeu a primeira medalha de ouro dada para a área de pesquisa pelo American Institute of Architects.

Este trabalho de Alexander trata da complexidade projetual, apresentando metodologias que descrevem um modo de representar o processo de projeto, utilizando a teoria dos conjuntos matemáticos. Para ele, a forma deveria se ajustar ao contexto, portanto, o problema de projeto não poderia ser reduzido apenas à forma, mas compreendido como conjunto que integra forma e contexto. Ele propõe a decomposição do problema em subproblemas e através da decomposição hierárquica têm-se conjuntos dentro de conjuntos com relações entre eles (Figura 25). Isso poderia ser representado de vários modos, como em um gráfico de árvore, e a partir dos conjuntos e subconjuntos obtidos, seria possível propor soluções (PEIXE, TAVARES, 2018).



Figura 25 - Modo de representação de um mesmo esquema de requisitos

Fonte: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/18.212/6866>

Acessado em 06/05/2018

No ano de 1965, Alexander escreve o artigo *A City is not a Tree*, onde critica o urbanismo moderno, que idealiza a cidade funcional em forma hierárquica de árvore. Para ele as cidades estruturadas como árvores são artificiais, pois, as relações naturais entre sociedade e espaço não se realizam de forma compartimentada, mas interagem de forma integrada, como nas cidades históricas. São estruturas complexas, semigrelhas, não podendo ser pensadas com a simplificação estrutural de uma árvore. Rejeita assim, sua abordagem simplificadora da complexidade, e percebendo “as diferentes esferas da experiência humana, fazer cidades que se assemelhem as cidades sensíveis em nossa percepção e memória” (ANDRADE, 2011, p.42).

Insatisfeito com os rumos tomados pela pesquisa em Design Methods, a excessiva racionalização e a perda de foco no usuário, Alexander estabelece uma autocrítica e inicia uma série de pesquisas com base na observação dos ambientes. Influenciado pela psicologia ambiental, que se consolida nas teorias arquitetônicas, passa a ressaltar a importância da relação do ser humano com o ambiente construído, se interessando pelos modelos tradicionais de construir e pelas diferenças culturais. Para Santos (2012) é importante colocar que:

Nessa mesma época, o pressuposto da objetividade é questionado no âmbito do pensamento sistêmico, principalmente fomentado pelas publicações dos biólogos Maturana e Varela referentes à teoria do observador. Tais pesquisas reconhecem a subjetividade na construção dos sistemas e compreendem que a definição do próprio sistema é algo relativo, que depende da **visão de mundo** de quem o constrói (SANTOS, 2012, p. 56).

Montaner (2017) argumenta que Alexander desejava criar um sistema onde fosse considerada a experiência, as preferências psicológicas e perceptivas do homem, afirmando que o importante não são os objetos, e sim as relações entre eles. Com o apoio da inteligência artificial buscava novos métodos de design, dentro da teoria dos sistemas, trabalhando com diagramas com o propósito de interpretar, sintetizar e transportar os acontecimentos reais para o projeto.

4.1 O modo intemporal de construir

A contribuição mais importante de Alexander na aplicação da abordagem sistêmica nos métodos de projeto está no que ele denomina de “Linguagem dos Padrões”, apresentados em dois livros: *The Timeless way of building* (1981) e *A Pattern Language* (1977). Essas obras foram desenvolvidas em paralelo, e apresentam os fundamentos da teoria e os princípios gerais de uso da linguagem, com detalhamento dos padrões propriamente ditos.

O conceito que está presente em sua teoria é o que ele chama de “qualidade sem nome”. Qualidade observada e sentida em certos lugares, fazendo com que edifícios e cidades permaneçam vivos. Essa qualidade é objetiva, mas precisa de um nome, e a impossibilidade de dar nome a essa qualidade não significa que ela seja vaga ou imprecisa (ALEXANDER, 1981).

A palavra mais frequente usada por Alexander para se referir à qualidade sem nome é *vivente*. Ele afirma que a distinção entre algo vivo e algo inerte é mais profundo do que a distinção entre coisas vivas e coisas não vivas, ou entre vida e morte. Outras palavras que são empregadas para se referir à qualidade sem nome são: *integral, cômoda, livre, exata, carência de eu* e por fim *eterna*. Tentando explicar o uso e sentido de cada uma dessas palavras, conclui que não existe um nome que a expresse.

[...] Toda palavra será sempre demasiadamente difusa, demasiadamente vaga, de alcance amplo para se referir somente e exatamente a qualidade que é o ponto. Nenhuma palavra pode chegar a captar a qualidade sem nome porque a qualidade é demasiadamente específica e as palavras são demasiadamente amplas (ALEXANDER, 1981, p. 43, tradução nossa).

Alexander afirma que buscamos essa qualidade em nossas próprias vidas, na história de cada pessoa. É uma busca na memória dos momentos e situações em

que nos sentimos vivos. Para se apreender o sentido dessa qualidade é preciso procurar compreender os fundamentos ontológicos da existência, que para Bachelard (1993), corresponde descer ao porão, quando toma a casa como instrumento de análise para a alma humana (BACHELARD, 1993, p. 20).

Alexander considera que celebrar a vida é desfrutar dos momentos que nos fazem sentir vivos (Figura 26), para isso é preciso construir um entorno que nos possibilite potencializar a apreciação de tais momentos. Podemos identificar lugares, que possuem essa qualidade, quando neles nos sentimos *livres*, são lugares que possuem essa energia de “repentina paixão que nos sussurra e nos faz recordar dos momentos em que fomos nós mesmos” (ALEXANDER, 1981, p.55). Há uma relação entre essa qualidade em nossa própria vida e a mesma qualidade em nosso entorno, uma cria a outra.

Os lugares que possuem essa qualidade convidam-nos a cobrar vida em nós. E quando possuímos essa qualidade em nós mesmos geralmente cobramos vida nas cidades e edifícios que ajudamos a construir. Se trata de uma qualidade geradora, autosustentadora e autoconservadora. É a qualidade da vida. E devemos buscá-la para o nosso próprio bem em nosso ambiente, com o simples propósito de poder cobrar vida de nós mesmos (ALEXANDER, 1981, p.55, tradução nossa).



Figura 26 - Estar Vivo

Fonte: El modo intemporal de construir
Acessado em 26/05/2018

Para Montaner (2017), a *qualidade sem nome* de Alexander está relacionada à Topofilia, que seria a “busca, definição e configuração dos espaços ideais para a vida humana, por sua composição e proporção, iluminação e vistas, materialidade e texturas, atmosferas, valores simbólicos e perceptuais” (MONTANER, 2017, p. 84). Valores discutidos por Alexander em sua teoria, que culminou no sistema de *patterns*, “um somatório de fragmentos adequados com os quais se pretende recuperar a unidade e a coerência perdida entre os objetos e os contextos” (MONTANER, 2017, p. 48).

Depois de conhecer a qualidade sem nome, Alexander afirma que podemos ter acesso ao Modo Intemporal de Construir, estabelecido há milhares de anos, permitindo que edifícios e cidades permaneçam vivos. Um edifício ou uma cidade só estão vivos na medida em que são governados por esse modo intemporal, não sendo possível “construir grandes cidades nem grandes edifícios, nem lugares graciosos nos quais você se sente bem consigo mesmo, lugares em que você se sinta vivo, se não segue esse modo” (ALEXANDER, 1981, p. 21). Para isso, seria necessário construir uma linguagem viva de padrões, que fosse estruturada por uma rede de conexões entre eles. Esses padrões deveriam formar um todo (*wholeness*), no qual as partes interagem e se reforçassem mutuamente.

Edificações diferentes como o Parthenon, Alhambra, e Notre Dame, bem como uma ampla gama de notáveis produções de outros edifícios, possuíam uma ordem geométrica que não poderiam originar-se na função. Um tipo de coerência, um tipo de interação entre a totalidade e as partes - não importa qual seja a origem cultural – todos os quais Alexander expressa como edifícios, lugares e objetos que possuem vida (KING, 1993, p. 28).

Alexander afirma que há uma ordem auto generativa, que faz com que as coisas se desenvolvam e se tornem vivas. A qualidade sem nome não pode ser criada, mas é gerada espontaneamente por meio de um processo de criação. Da mesma forma que um organismo não pode se fazer, não pode conceber-se através de um ato deliberado de criação, ele é gerado através de processo que permite sua adaptação gradual. Como toda forma orgânica, a qualidade sem nome depende do grau de adaptação de suas partes dentro do todo. “Assim como a flor necessita de um código genético para manter a totalidade de suas partes, o edifício e a cidade também necessitam” (ALEXANDER, 1981, p. 139).

O Modo Intemporal de Construir está baseado em uma linguagem de padrões, que durante séculos permitiu que o ser humano se relacionasse harmoniosamente com a natureza. Uma vez que os conhecemos, podemos encontrá-los por toda parte, em arquiteturas de qualquer época (Figura 27). Não está dada diretamente por sua geometria ou por estilos arquitetônicos, mas por certas relações que ali se dão em infinitas formas e variações e em diferentes épocas e culturas. De acordo com King (1993), esse conceito de padrão está baseado na observação da repetição na forma construída, um conceito de invariante, seja em uma construção antiga ou nova.



Figura 27 - O Modo Intemporal

Fonte: <http://tcsidewalks.blogspot.com.br/2009/11/>
Acessado em 26/05/2018

Para Alexander (1981), existe um campo de forças entre o espaço e os eventos que ali se dão, e sua intenção foi compreender esse campo de forças envolvido em um espaço, que nos permite percebê-lo como um espaço de qualidade. Esse conjunto de relações existentes entre padrões de eventos que se inter-relacionam com os aspectos geométricos do espaço, podem permitir que surja o que ele chama de *a qualidade sem nome*.

Os padrões de acontecimentos que criam o caráter de um lugar, não são necessariamente acontecimentos humanos, podem ser eventos físicos do próprio espaço. “O brilho do sol no peitoril de uma janela, o vento que sopra na grama, também são acontecimentos... afetam-nos tanto quanto os acontecimentos sociais” (ALEXANDER, 1981, p. 65).

A vida de uma casa ou de uma cidade não está dada diretamente pela forma de seus edifícios nem pelos ornamentos e os planos... está dada pela qualidade dos acontecimentos e situações que ali encontramos.
[...]

[...] Sabemos então que o que conta em um edifício ou em uma cidade não é unicamente sua forma exterior, sua geometria física, senão os acontecimentos que ali tem lugar (ALEXANDER, 1981, p. 66, tradução nossa).

Alexander procura compreender a estrutura de um edifício ou de uma cidade em sua essência e o modo pelo qual a estrutura do espaço suporta os padrões de acontecimentos. Uma teoria que mostre de maneira clara a interação entre o espaço e os acontecimentos. Para ele, compreender a estrutura de algo significa construir uma imagem simples com a menor quantidade de elementos, que permita captá-lo na totalidade.

Quanto menos elemento exista, mais rica será a relação entre eles, nas estruturas dessas relações residirá uma parte ampla da imagem.
[...] Uma imagem que me permita compreender os padrões de acontecimentos que seguem ocorrendo na coisa cuja estrutura eu busco. Em outras palavras, espero encontrar uma imagem ou uma estrutura que, em sentido simples e claro, explique as propriedades exteriores, o padrão de acontecimentos da coisa que estou estudando (ALEXANDER, 1981, p. 79).

De acordo com Alexander (1981), não se pode dizer que o espaço cria acontecimentos, nem tampouco o padrão de acontecimentos cria o padrão de espaço. Isso significa que os padrões de acontecimentos não podem separar-se dos espaços, estão sempre ancorados no espaço. Não se pode imaginar um padrão de acontecimentos sem imaginar o local onde ele ocorre. Porém, a relação estabelecida entre ambos é um elemento cultural, espaços similares podem ter padrões de acontecimentos diferentes, em culturas distintas.

Portanto, os edifícios, bairros e cidades são organizações que combinam padrões de espaços e padrões de acontecimentos (humanos, físicos ou mecânicos).

Um lugar é governado pelos eventos que ali ocorrem e que são experimentados. Assim, o seu caráter é dado pelos episódios que ali se repetem com maior frequência.

Para Alexander o mundo é construído e governado por essa entidade, que ele chama de padrão. Nenhum padrão é uma entidade isolada, cada padrão contribui e sustenta outro, necessitando de outros para manter-se vivo: “os padrões maiores, dentro dos quais ele se inclui, padrões do mesmo tamanho, que o circundam, e os padrões menores nele inserido” (ALEXANDER, 2013, p. xvi).

Os padrões e as redes por eles estabelecidas podem ser utilizados em infinitas combinações, oferecendo a cada pessoa que a utiliza, a possibilidade de criar, através de um sistema de combinações, uma variedade infinita de edifícios e lugares singulares, da mesma forma que a linguagem corrente fornece a possibilidade de criar uma variação infinita de orações. A rede por eles composta é equiparada a uma linguagem, na qual as palavras seriam os padrões, enquanto as frases seriam as redes (BRANDÃO, 2008).

Salingaros (apud QUEIROZ, 2004) observa que a combinação aleatória de padrões, em um número infinito de formas, não conforma um sistema e não gerará uma linguagem, assim como a combinação incoerente das palavras não produz uma frase inteligível. Portanto, a existência de regras para a conexão entre os padrões é necessária para que se alcance a coerência do projeto. As regras que os ligam são tão importantes como os próprios padrões, pois das combinações coerentes, serão formados novos padrões. Essa combinação gera uma linguagem capaz de descrever de que maneira e quais deles podem ser combinados.

É preciso uma capacidade profunda para observar as relações que realmente importam, para perceber a série de padrões que fazem com que uma construção seja maravilhosa. Isso pode levar anos de observação, pois apesar das regras serem simples, não significa que é fácil observá-las ou inventá-las. O sistema de padrões que possuímos, são responsáveis pela nossa capacidade criativa, da capacidade de combinação de cada um que utiliza a linguagem, “[...] se sua linguagem é pobre, não poderá fazer bons edifícios até que enriqueça sua linguagem [...]” (ALEXANDER, 1981, p. 182).

Portanto, através da observação é possível identificar o conjunto de relações no espaço. Desta forma, o padrão pode ser assimilado, tornando uma regra para que seja possível utilizá-lo novamente em outras situações, ao intervir em nosso entorno.

Em síntese, um padrão é ao mesmo tempo uma coisa que ocorre no mundo e uma regra que nos diz como e quando criar esta coisa. É tanto um processo como uma coisa: tanto uma descrição de uma coisa que está viva como uma descrição do processo que gerará esta coisa (ALEXANDER, 1981, p. 199, tradução nossa).

Um padrão não é descoberto somente pela observação, nem sempre é algo histórico. Se fosse assim, presumiria um conservadorismo claustrofóbico, pois nunca será possível descobrir novos padrões que existam no mundo. “Um padrão é uma ‘descoberta’ no sentido em que se descobre uma relação entre contextos, forças e relações no espaço, que se mantém na forma absoluta. Este descobrimento pode ser puramente teórico” (ALEXANDER, 1981, p.206).

Um padrão deve estar sob a forma de uma regra que estabelece uma relação entre um contexto, certo sistema de forças que ocorre repetida vezes nesse contexto e certa configuração espacial

O **contexto** se refere à situação em que o padrão ocorre. O **sistema de forças** envolve as questões respondidas pelo padrão. A **configuração** envolve a organização desse sistema de forças de maneira a compor um **sistema de regras** para a composição que gerará o padrão (SANTOS, 2012, p. 65).

CONTEXTO → SISTEMA DE FORÇAS → CONFIGURAÇÃO

A relação entre os padrões não é linear, ela ocorre com uma riqueza de conexões. Cada padrão expressará um modo de organização para um problema possível, portanto há incontáveis possibilidades de soluções para qualquer problema dado, “por isso sua condição intemporal, pois o padrão é continuamente reinterpretado através do conhecimento de quem projeta, seja um indivíduo ou uma comunidade” (ANDRADE, 2011, p.80). Entretanto, é possível encontrar uma propriedade que seja comum a todas as soluções, uma característica invariável.

Em todos os casos, à margem do método que se emprega, o padrão é uma intenção por descobrir uma característica invariável que diferencia bons lugares de maus lugares com respeito a um sistema de forças específico. O mesmo intenta captar a essência – esse campo de relações – que é comum a todas as soluções possíveis ao problema assinalado no contexto assinalado. É a invariável que se oculta por detrás da enorme variedade de formas em que se resolve o problema, mas é possível encontrar uma propriedade que seja comum

a todas as soluções. Isto é o que intenta ser um padrão (ALEXANDER, 1981, p.206).

Andrade (2011, p. 03) ressalta que existe na natureza “situações em que certo padrão implica nessa correlação entre repetição e diferença, admitindo variações, mas conservando certas propriedades particulares: a morfogênese de uma flor, a estrutura alveolar de uma colmeia, o exame microscópico da estrutura de flocos de neve”. Obedecendo a um princípio de organização, são padrões construtivos e geométricos invariáveis que se organizam em infinitas variações. Da mesma forma, a qualidade de um padrão para Alexander, depende do grau de adaptação de uma parte dentro do todo. As partes devem ser capazes de atuar de forma autônoma, porém devem manter uma relação com o todo do qual faz parte, contribuindo para a totalidade do organismo.

Um bom padrão está vivo porque têm a capacidade de resolver seus conflitos internos. Sua qualidade está presente em sua própria organização, não sendo um fator externo a ele. Como um organismo humano, está vivo porque permanece estável e suas forças internas se resolvem por si mesmo. “Quando um padrão está vivo, resolve suas próprias forças, é autossustentável e auto criador, suas forças internas continuamente se mantêm” (ALEXANDER, 1981, p.110).

4.2 Uma linguagem dos padrões

No livro *A Linguagem dos Padrões*, Alexander (2013) apresenta 253 padrões que foram apurados durante 8 anos de pesquisa e investigações em projetos e desenhos urbanos.

Alexander considera que numa perspectiva sistêmica, o projeto pode ser dividido em Forma e Contexto e todo problema de projeto se funda no esforço de ajuste entre forma e contexto. A partir de uma análise profunda e sistêmica do processo que antecede a forma, Alexander define uma prática projetual, onde a Linguagem dos Padrões é um recurso para uma que haja uma boa adaptação entre contexto e a forma ao longo do processo de projeto. Nesse sentido o problema de projeção não pode ser reduzido à forma, mas sim compreendido como um sistema, que integra forma e contexto (QUEIROZ, 2004).

A linguagem dos padrões permite aos seus usuários gerar espaços distintos, através de certas regras de combinações, criando uma variedade infinita de

arranjos tridimensionais de padrões de espaço. “[...] o uso dessa linguagem permitirá a todos de uma aldeia ou de uma cidade gerar exatamente o equilíbrio de uniformidade e variedade que dá vida a um lugar” (ALEXANDER, 1981, P. 158).

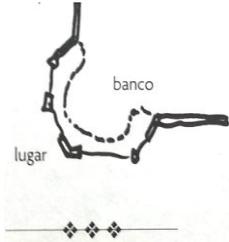
A linguagem dos padrões pretende reunir esses momentos de decisão em forma de problemas de projeto, especialmente aqueles anteriormente já registrados e avaliados através de evidências empíricas em casos similares ou não, mas que precisam ser discutidos para que, só então, o desenho possa ser elaborado (QUEIROZ, 2004, p.22).

Alexander (2013) afirma que os padrões podem ser entendidos como uma descrição de um problema recorrente em nosso meio ambiente, bem como a resposta para o problema. Essa solução poderia ser empregada incontáveis vezes, sem nunca serem repetidas. A solução proposta nos padrões contém os pontos que não podem ser deixados de lado para resolver o problema, capturando assim as “propriedades invariáveis e comuns a todos os lugares que conseguiram solucionar o problema (ALEXANDER, 2013, p. xvii).

A estrutura que Alexander apresenta é a mesma para todos os padrões e parte geralmente de uma fotografia, que mostra um exemplo arquetipo do padrão. Para Alexander, os arquétipos são “tão profundos, tão arraigados na natureza das coisas, que parece provável que eles serão parte da natureza humana e da ação humana daqui a 500 anos, tanto quanto o são atualmente” (ALEXANDER, 2013, p. xix).

As etapas seguintes apresentadas por Alexander são: apresentação do **contexto** do padrão e de como se aplica e ajuda a completar padrões maiores; o próximo passo é um cabeçalho em negrito, apresentando a essência do **problema**; após o cabeçalho, vem a **descrição do problema**, descrevendo a base empírica do padrão, as evidências da sua relevância, as várias maneiras que ele pode se manifestar em uma edificação, etc.; então, novamente em negrito, está a **solução**, o ponto central do padrão, que descreve as relações físicas e sociais necessárias para resolver o problema de acordo com o contexto; depois da solução há um **diagrama**, que a representa, com anotações de seus componentes principais; por fim, há um parágrafo que **relaciona esse padrão com outros padrões** secundários que são necessários para completá-lo, embelezá-lo e ampliá-lo (Quadro 5).

Fotografia → Contexto → Problema → Descrição do Problema → Solução → Diagrama → Relação do Padrão com outros padrões

Exemplo da estrutura do Padrão 180 - LUGAR JUNTO A JANELA	
<p>Fotografia</p> 	<p>Contexto</p> <p>...esse padrão ajuda a completar o arranjo das janelas iniciada pelos padrões AMBIENTE DE ENTRADA (130), VISTA ZEN (134), ILUMINAÇÃO NATURAL VINDA DE DOIS LADOS PARA CADA AMBIENTE (159), JANELAS PARA A RUA 9164). De acordo com o padrão, ao menos uma das janelas de cada recinto deve ser configurada de maneira a aumentar sua utilidade na configuração do espaço.</p>
<p>Problema</p> <p>Todo mundo adora assentos junto a uma janela, janelas salientes e grandes janelas com peitoris baixos e cadeiras confortáveis perto delas.</p>	
<p>Descrição do Problema</p> <p>...esse tipo de janelas que configuram “lugares” junto a elas não são meros caprichos: elas são necessárias.</p> <p>Um LUGAR JANELA é um padrão que procura resolver as seguintes questões: 1. As pessoas gostam de se sentar e estarem confortáveis.</p> <p>2. As pessoas são atraídas pela luz.</p> <p>Desse modo se o recinto não tiver uma janela que forme um lugar, seus ocupantes ficaram divididos entre as duas forças “sentar-se confortavelmente” e “estar perto da luz”. Para resolver esse conflito, podemos descrever como configuração final do padrão a disposição janela x lugar para sentar, destacando a proximidade entre eles.</p>	
<p>Solução</p> <p>Em todo ambiente no qual você for passar alguma parte do dia, faça ao menos uma das janelas configurar um “espaço”.</p>	
<p>Diagrama</p> 	<p>Relação do Padrão com outros Padrões</p> <p>NICHOS (179), PEITORIL BAIXO (222), BANCOS EMBUTIDOS (202), PORTAS E JANELAS NATURAIS (221), ABERTURAS PROFUNDAS (223), UMA JANELA DE TREPadeira (231).</p>

Quadro 5 - Exemplo da estrutura do Padrão 180

Fonte: organizado pela autora a partir de Alexander (2013)

A Linguagem dos Padrões é uma possível e não a única linguagem, e Alexander (2013) espera que mais padrões possam ser descobertos e incorporem a uma linguagem comum, partilhada por todos. Os padrões estão em constante evolução, são dinâmicos e refletem o espírito de cada época.

A pattern language sintoniza-se às reflexões e diretrizes atuais de projeto quanto à relação ambiente - comportamento, especialmente no que diz respeito a uma relação mais sensível com o lugar e os serviços ambientais, a valorização das pessoas, seu bem-estar e qualidade de vida vinculada a cidades mais vivas e na diversidade socioambiental (BARROS, KOWALTOWSKI, 2013, p. 3).

PARTE II - PROPOSIÇÕES

5. OS PADRÕES DE CHRISTOPHER ALEXANDER E OS E PARÂMETROS PROJETUAIS NORMATIVOS

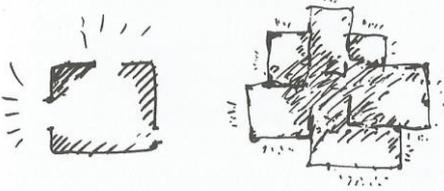
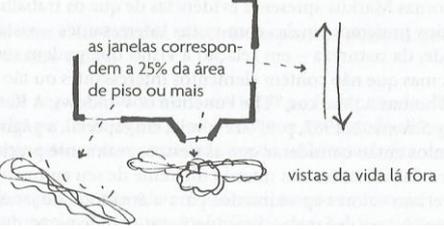
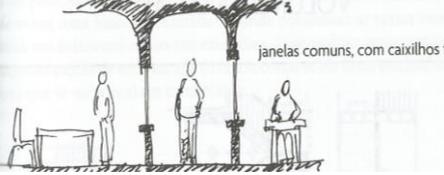
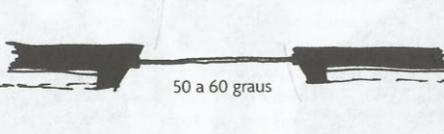
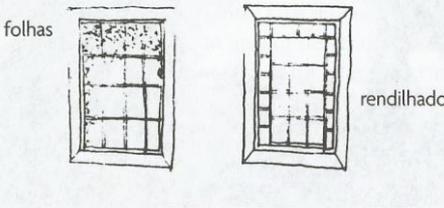
Esta etapa dedica-se à seleção dos padrões investigados por Christopher Alexander que tratam da qualidade da luz, e posterior correlação com as recomendações para a elaboração de projetos de unidades de Educação Infantil propostos pelos *Parâmetros Nacionais de Infra-estrutura Para as Instituições de Educação Infantil (2006)* e o *Manual de Orientação para Elaboração de Projeto de Construção de Centros de Educação Infantil (2009)*. Esta correlação facilita a interpretação das relações estabelecidas entre os padrões investigados por Alexander, relacionados à luz, e as recomendações para a elaboração dos projetos de ambientes escolares. Esta síntese norteará a composição dos ambientes para os ensaios projetuais.

5.1 Seleção dos padrões de Christopher Alexander relacionados à iluminação natural

Um padrão é a descrição de um problema que se repete continuamente em nosso meio ambiente. O padrão também identifica quais os tipos de soluções prováveis para os problemas, de modo que seja possível usar a mesma solução diversas vezes de diferentes formas. A linguagem dos padrões permite aos seus usuários gerar espaços distintos, por intermédio de certas regras de combinações, criando uma variedade infinita de arranjos tridimensionais de padrões de espaço (ALEXANDER, 2013).

Assim, após o entendimento do que seja padrão e como usá-los, foram selecionados dentre os 253 padrões apresentados por Alexander (2013), os que colaboram para a qualidade da luz natural nos ambientes escolares. Esses padrões foram organizados em forma de quadro (Quadro 6), contendo o nome e número do padrão, o seu diagrama e uma breve descrição de sua abordagem.

SELEÇÃO DOS PADRÕES DE CHRISTOPHER ALEXANDER		
PADRÃO	DIAGRAMA	DESCRIÇÃO
Padrão 105 Orientação solar para espaços externos	<p>área externa ao norte</p> <p>edificação ao sul</p>	Esse padrão orienta a implantação da edificação e das áreas externas ao seu redor quanto ao sol.
Padrão 107 Alas para a luz natural	<p>luz natural</p> <p>5,5 metros</p> <p>3,7 metros</p> <p>6 metros</p> <p>3 metros</p> <p>alas com profundidade máxima de 7,5 metros</p>	Padrão que trata da forma da edificação, com alas de preferência longas e estreitas e a criação de átrios ou pátios internos para a introdução da luz natural na edificação. “Edificações que não aproveitam a luz natural como a principal fonte de iluminação não são locais adequados para passa o dia” (ALEXANDER, 2013, p. 525).
Padrão 161 Lugar ensolarado	<p>o lugar ensolarado</p>	É um lugar especial de convívio ao sol, com algumas plantas e bancos. “[...] Desenvolva esse ponto como um lugar especial para pegar sol – torne-o uma importante área externa de convívio, um lugar onde as pessoas possam trabalhar ao sol, usar uns balanços, ter algumas plantas especiais, tomar um banho de sol” (ALEXANDER, 2013, p. 757).
Padrão 180 Lugar junto à janela	<p>uma janela até o piso</p> <p>banco</p> <p>lugar</p>	É importante que esse lugar se configure como espaço. “Todo mundo adora assentos junto a uma janela, janelas salientes e grandes janelas com peitoris baixos e cadeiras confortáveis perto delas” (ALEXANDER, 2013, p. 832).
Padrão 135 Mosaico de luz e sombra	<p>luz natural forte</p> <p>pontos aos quais as pessoas se dirigem</p>	Padrão que traz a importância de níveis de iluminação distintos. “Em uma edificação com níveis de iluminação uniformes, há poucos lugares que funcionam como ambientes efetivos para os eventos humanos” (ALEXANDER, 2013, p. 645).

<p>Padrão 159 Iluminação natural vinda de dois lados para cada ambiente</p>	<p>cada ambiente recebe luz natural por dois lados</p> 	<p>É importante que a luz incida no interior, por mais de uma direção. “[...] as pessoas sempre tendem a ocupar preferencialmente os ambientes que recebem luz natural dos dois lados [...]” (ALEXANDER, 2013, p. 746).</p>
<p>Padrão 192 Janelas voltadas para a vida lá fora</p>	<p>as janelas correspondem a 25% da área de piso ou mais</p>  <p>vistas da vida lá fora</p>	<p>As pessoas precisam olhar para fora, ver o mundo e as variações do tempo e da luz. “Ambientes sem vista externa são prisões para as pessoas que precisam ficar dentro deles” (ALEXANDER, 2013, p. 888).</p>
<p>Padrão 194 Janelas internas</p>	 <p>janelas comuns, com caixilhos fixos</p>	<p>A existência de janelas internas “ajudaria a animar os espaços, proporcionando mais vista das pessoas e oferecendo luz adicional” (ALEXANDER, 2013, p. 896)</p>
<p>Padrão 222 Peitoril baixo</p>	<p>30 a 35 centímetros de altura (em relação ao piso interno)</p> 	<p>É importante que a janela esteja na altura dos olhos das pessoas que usarem o espaço. “Uma das funções mais importantes de uma janela é nos colocar em contato com o exterior. Se o peitoril for alto demais, ele nos isolará do exterior” (ALEXANDER, 2013, p. 1051).</p>
<p>Padrão 223 Aberturas profundas</p>	 <p>50 a 60 graus</p>	<p>Esse tipo de abertura reduz ainda mais o ofuscamento. “[...] uma janela sempre fica muito mais iluminada do que a parede externa na qual ela se insere; e a parede costuma ficar mais escura exatamente junto a esquadria da janela. A diferença de brilho entre a janela bem iluminada e a parede escura causa o ofuscamento” (ALEXANDER, 2013, p. 1054).</p>
<p>Padrão 238 Luz filtrada</p>	<p>folhas</p>  <p>rendilhado</p>	<p>A luz filtrada reduz o ofuscamento junto à janela e a incidência direta do sol. A suavidade da luz, na própria janela e ao seu redor, faz enorme diferença no interior dos recintos. “A luz filtrada pela folhagem de uma árvore ou pelo rendilhado de uma janela é maravilhosa” (ALEXANDER, 2013, p. 1106).</p>

<p>Padrão 252</p> <p>Focos de luz</p>	 <p>focos de luz</p>	<p>Esse padrão ajuda a completar espaços de convívio. “A iluminação uniforme, não atende a propósito algum. Na verdade, ela destrói a natureza social dos espaços e faz as pessoas se sentirem desorientadas e sem referência” (ALEXANDER, 2013, p. 1161)</p>
<p>Padrão 250</p> <p>Tons de terra</p>	 <p>luz quente</p> <p>amarelo amarelos</p> <p>laranjas vermelhos</p> <p>vermelho laranja</p> <p>marron</p> <p>e marrons</p>	<p>Sempre que possível deixar os materiais em seu estado natural. “Simplesmente adicione cor suficiente para decorar e tornar a luz do ambiente alegre e aconchegante” (ALEXANDER, 2013, p. 1154).</p>

Quadro 6 - Seleção dos Padrões de Christopher Alexander

Fonte: organizado pela autora a partir de Alexander (2013)

5.2 Síntese das recomendações para orientar a elaboração de projetos de unidades de educação infantil

A síntese das recomendações para a elaboração de projetos de unidades de educação infantil foi elaborada a partir da leitura dos seguintes documentos: *Parâmetros Nacionais de Infra-estrutura Para as Instituições de Educação Infantil (2006)*, e o *Manual de Orientação para Elaboração de Projeto de Construção de Centros de Educação Infantil (2009)*.

Esses documentos estão em conformidade com a meta do MEC para a construção e reforma de unidades de educação infantil, elaborados por uma equipe multidisciplinar, com parceria entre “educadores, arquitetos e engenheiros, envolvidos em planejar, refletir e construir/reformar os espaços destinados à educação das crianças de 0 a 6 anos” (BRASIL, 2006). São textos baseados em estudos de grupos de pesquisa dedicados aos ambientes escolares, como o Grupo Ambiente-Educação (GAE), que desenvolve projetos relacionados à qualidade dos ambientes escolares com ênfase nas relações entre o espaço físico, o projeto pedagógico e o desenvolvimento da criança.

A síntese elaborada para as recomendações em relação ao parâmetro projetuais para ambientes escolares (Quadro 7), priorizaram os ambientes de sala de atividades e ambientes adjacentes como solário e circulação, por serem os ambientes de maior permanência das crianças e objetos de interesse desta pesquisa.

SÍNTESE DAS RECOMENDAÇÕES PARA ORIENTAR A ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE UNIDADES DE EDUCAÇÃO INFANTIL, PARA AMBIENTES SALA DE ATIVIDADES, SOLÁRIO E CIRCULAÇÃO	
RECOMENDAÇÕES	DESCRIÇÃO
Orientação Solar para o nascente	Berçário e salas de atividades devem estar voltados para o sol nascente.
Ambiente Natural	A interação com o ambiente natural estimula a curiosidade e a criatividade. Sempre que for possível, deve-se prover um cuidado especial com o tratamento paisagístico, que inclui não só o aproveitamento da vegetação, mas também os diferentes tipos de recobrimento do solo, como areia, grama, terra e caminhos pavimentados.
Espaço corredor / Espaço vivência	Alternar espaços-corredores com espaços-vivência promove uma dinâmica espacial para estimular usuários a trocarem experiências ou simplesmente sentarem e descansarem. Esses espaços podem funcionar como local de divulgação de informações e exposição de trabalhos.
Salas formando cantos	Possibilidade de utilização de salas de atividades em “L”, permitindo diversas ambientações e variações nos arranjos espaciais, potencializando ainda a realização de atividades simultâneas. Criam recantos, nichos e novas ambientações, tornando o espaço acolhedor e lúdico; possibilitar espaços com escalas menores, os “cantinhos” procurados por todas as crianças.
Áreas adjacentes a sala de atividades	Quando for possível, criar salas de atividades com área adjacente, estimulando a convivência em grupo e encorajando a interação das atividades internas e externas. Essa espécie de pátio privado, aberto, vai intermediar a relação interior-exterior, permitindo que as crianças visualizem a área externa, além de possibilitar uma série de atividades na extensão da sala. A criança pode estar participando de determinada atividade e, ao mesmo tempo, assistir e observar outras atividades externas.
Multiplicidade de ambientes	Salas amplas para crianças de até 6 anos podem oferecer possibilidade de compartimentalização, criando “nichos” que podem ser usados para diferentes atividades. O espaço poderia se caracterizar pela multiplicidade de ambientes, pelos desníveis de piso, pela variedade dos pés-direitos, da luz, das cores e pela possibilidade de usar painéis e panos, fugindo sempre que possível das salas cartesianas.
Pé-direito mínimo	Altura mínima de 2,60m para o pé-direito. Recomenda-se nas regiões mais quentes, o quando for possível, o pé-direito de 3,00m.
Iluminação Natural	Privilegiar a iluminação natural sempre que for possível. O conforto visual depende de um bom projeto de iluminação que integre e harmonize tanto a iluminação natural quanto a artificial.
Vidros lisos para maior visibilidade	Utilizar vidros lisos nas áreas que propiciam maior visibilidade, e vidros “fantasia” somente nas áreas onde a privacidade seja imprescindível.
Janelas ao alcance do usuário mirim	As janelas, além de proporcionarem ventilação e iluminação adequadas, devem estar sempre ao alcance do usuário mirim, estabelecendo a integração e a visualização do ambiente externo,

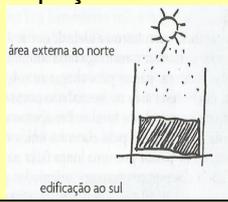
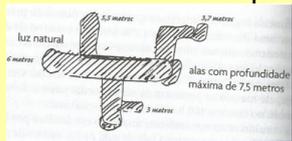
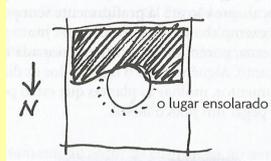
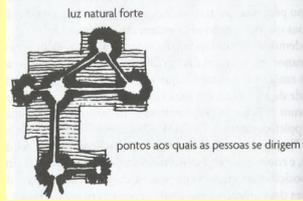
	além de propiciar conceitos topológicos (dentro/fora, longe/perto, etc.).
Variedade de aberturas com jogo de luz e sombra	Com relação às aberturas, estas podem ter também tamanhos e alturas diversas, promovendo um interessante jogo de luz e sombra, ao mesmo tempo em que estimulam a curiosidade a partir de diferentes enquadramentos do mundo externo.
Aberturas dos dois lados	Considerar a insolação e a direção dos ventos dominantes, tendo em vista sempre melhores condições ambientais nos espaços com maior número de usuários e com maior período de ocupação (salas de atividades e berçários, por exemplo).
Proteção solar	Utilizar proteção solar nas aberturas se a situação recomendar.
Cores	As cores têm importância fundamental para os ambientes destinados à educação da primeira infância, pois reforçam o caráter lúdico, despertando os sentidos e a criatividade. O uso da cor, além do papel estimulante ao desenvolvimento infantil, pode ser também um instrumento eficaz de comunicação visual, identificando ambientes e setores.
Superfície dos materiais	Considerar as características superficiais dos materiais relacionando-as às características sensoriais das crianças (sensibilidade aos estímulos externos). Planejar ambientes internos onde as crianças possam “explorar com as mãos e com a mente”, além dos ambientes exteriores, que permitem uma exploração do meio ambiente a partir do conhecimento das cores, das formas, das texturas, dos cheiros e dos sabores da natureza, interagindo diferentes áreas do conhecimento.
Mobiliário	Planejar mobiliários e equipamentos na escala da criança, permitindo uma maior autonomia e independência. Definir mobiliário também em função de sua resistência, durabilidade, segurança (prevenção de quedas, quinas arredondadas), índice de reflexão luminosa e manutenção. Possibilitar a utilização de cadeiras, mesas ou outros equipamentos que apresentem cores e formas geométricas diferenciadas.

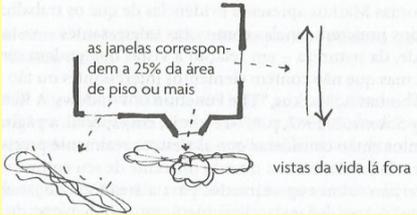
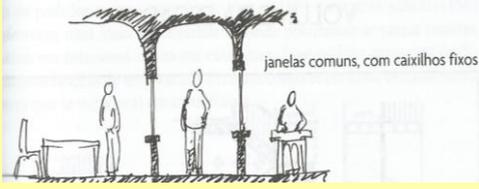
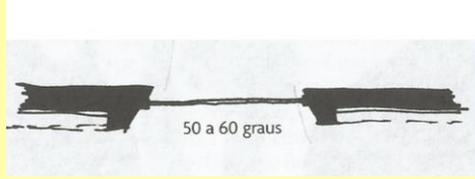
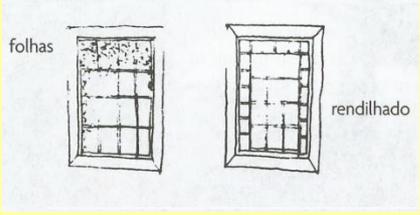
Quadro 7 - Síntese das recomendações para elaboração de projetos de unidades de educação infantil

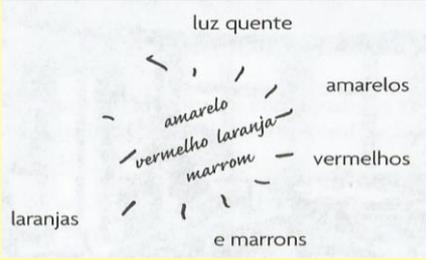
Fonte: organizado pela autora a partir dos *Parâmetros Nacionais de Infra-estrutura Para as Instituições de Educação Infantil* (2006), e o *Manual de Orientação para Elaboração de Projeto de Construção de Centros de Educação Infantil* (2009).

5.3 Correlação entre os padrões de luz selecionados de Alexander e os parâmetros projetuais para ambientes escolares - sala de atividades e áreas adjacentes

Os quadros elaborados foram sintetizados em um único quadro (Quadro 8). Na primeira coluna foram inseridos os padrões de Alexander, que colaboram com a qualidade da luz na projeção dos espaços escolares e na segunda coluna foram correlacionadas as recomendações para a elaboração de projetos de ambientes escolares, para os ambientes objetos de investigação.

TABELA DE CORRELAÇÃO ENTRE OS PADRÕES DE LUZ DE ALEXANDER E OS PARÂMETROS PROJETUAIS	
ALEXANDER	RECOMENDAÇÕES
<p>Padrão 105 - Orientação solar para o espaço externo</p>  <p>área externa ao norte</p> <p>edificação ao sul</p>	Orientação Solar para o sol nascente
<p>Padrão 107 - Alas para a luz natural</p>  <p>luz natural</p> <p>5,5 metros</p> <p>5,7 metros</p> <p>6 metros</p> <p>3 metros</p> <p>alas com profundidade máxima de 7,5 metros</p>	Orientação Solar para o sol nascente
	Iluminação Natural
<p>Padrão 161 - Lugar ensolarado</p>  <p>o lugar ensolarado</p>	Ambiente Natural
<p>Padrão 180 - Lugar junto a janela</p>  <p>uma janela até o piso</p> <p>banco</p> <p>lugar</p>	Salas formando cantos
	Janelas ao alcance do usuário mirim
<p>Padrão 135 - Mosaico de luz e sombra</p>  <p>luz natural forte</p> <p>pontos aos quais as pessoas se dirigem</p>	Multiplicidade de ambientes
	Variedade de aberturas com jogo de luz e sombra
<p>Padrão 159 - Iluminação natural vinda dos dois lados para cada ambiente</p>  <p>cada ambiente recebe luz natural por dois lados</p>	Variedade de aberturas com jogo de luz e sombra
	Iluminação Natural
	Aberturas dos dois lados
<p>Padrão 192 - Janelas voltadas para a vida lá fora</p>	Vidros lisos para maior visibilidade

	Janelas ao alcance do usuário mirim
<p>Padrão 194 - Janelas internas</p> 	Ambiente Natural Vidros lisos para maior visibilidade Janelas ao alcance do usuário mirim Áreas adjacentes a sala de atividades Espaço corredor / Espaço vivência
<p>Padrão 222 - Peitoril baixo</p> 	Vidros lisos para maior visibilidade Janelas ao alcance do usuário mirim
<p>Padrão 223 - Aberturas profundas</p> 	Proteção solar Variedade de aberturas com jogo de luz e sombra
<p>Padrão 238 - Luz filtrada</p> 	Proteção solar Variedade de aberturas com jogo de luz e sombra Espaço corredor / Espaço vivência
<p>Padrão 252 - Focos de Luz</p> 	Multiplicidade de ambientes
<p>Padrão 250 - Tons de terra</p>	Ambiente Natural Cores Superfície dos materiais

 <p>luz quente</p> <p>amarelo</p> <p>laranja</p> <p>vermelho</p> <p>marrom</p> <p>amarelos</p> <p>vermelhos</p> <p>laranjas</p> <p>e marrons</p>	Mobiliário
---	-------------------

Quadro 8 - Correlação entre os Padrões de Alexander e os Parâmetros Projetuais
Fonte: a autora

6. PESQUISA DE CAMPO

As dinâmicas e situações no ambiente escolar, normalmente são pouco conhecidas pelos arquitetos. Se desejamos projetar espaços, visando a qualidade dos mesmos e conseqüentemente o bem-estar do usuário, é necessário o conhecimento das relações ali existentes. Para Alexander (1981) existe uma profunda relação entre ambiente construído e comportamento humano.

Esta etapa da pesquisa envolve a investigação, por meio da observação, das relações estabelecidas entre crianças do ensino infantil e o ambiente escolar a partir da observação. Objetivou-se identificar o conjunto de relações (físicas e humanas) que ocorrem nos espaços sala de atividades, circulações e pátios de uma instituição de ensino infantil, reforçando o entendimento do espaço escolar, as atividades ali desenvolvidas, e a relação entre os padrões de espaços e padrões de acontecimentos.

A metodologia proposta baseia-se no trabalho de Alexander (1981), que afirma que a qualidade de um lugar não é dada por sua geometria, mas pelas relações que ali se dão. O princípio da teoria projetual de Christopher Alexander (1981), *Uma Linguagem dos Padrões*, é a observação do espaço e das ações e eventos que ali acontecem. “Os padrões incorporam profundo conteúdo humanizador derivado da observação de atributos espaciais de lugares apreciados por seus usuários” (KOWALTOWSKI; BARROS, 2013, p. vi).

Existe uma gama de métodos e técnicas avaliativas específicas que dão suporte a essa abordagem, para conhecer as relações do homem no espaço vivenciado, além do universo exato dos números (Ornstein; Villa, 2006).

Presos a um bem-intencionado esforço científico, que se baseia em uma pretendida objetividade de resultados a ser obtida com um conjunto de categorizações, corremos o risco de não dar a merecida atenção para a sua qualidade central, objetiva, precisa, mas desprovida de nome (Alexander, 1979 apud Ornstein; Villa, 2013, p. 57).

Na última década pode-se notar uma ampliação dos interesses de pesquisas com enfoques que fogem aos tradicionais. Tais abordagens, estabelecem principalmente seus fundamentos nas áreas da psicologia, filosofia e antropologia, e tem como objetivo principal a compreensão do comportamento dos usuários nos espaços analisados.

Nesse sentido, foram utilizados diferentes instrumentos, garantindo uma compreensão mais profunda do fenômeno investigados, que são: (1) observação do espaço, (2) registro da rotina diária (3) entrevista semiestruturada, (4) poema dos desejos, (5) fotografias. Esses instrumentos baseiam-se em trabalhos de pesquisadores envolvidos em estudos sobre as relações pessoa-ambiente e sobre a avaliação de desempenho do ambiente construído (APO), em especial o trabalho de Ornstein (2013) e Rheingantz et al (2009). A aplicação desses instrumentos só ocorreu após a aprovação do projeto de pesquisa no Comitê de Ética, parecer nº 3.134.307.

Os materiais usados foram: uma câmera digital, trena, planta baixa da creche, caderno para anotações, formulário da entrevista.

6.1 Caracterização do objeto para pesquisa de campo

A pesquisa de campo foi realizada em uma unidade de educação infantil da rede privada, em Vitória. A seleção da instituição para a visita de campo, levou em consideração a proposta pedagógico da creche, que considera os conceitos de uma abordagem sociointeracionista no processo de aquisição do conhecimento, que explora, portanto, aspectos considerados no capítulo 2 desta pesquisa.

A creche funciona de segunda a sexta, de 7h às 19h, nos turnos matutino, vespertino e integral. As crianças são organizadas em grupos, de acordo com as idades, indo até o grupo 5, que recebe crianças de 4 anos e meio até 6 anos incompletos. A coordenação nos autorizou a fazer a observação no grupo 5 matutino, pois o número de crianças presentes no turno da manhã é menos numeroso, facilitando a observação e menor interferência na rotina da creche.

A creche ocupa uma residência adaptada. A edificação é térrea, com as salas do grupo 3, 4 e 5 abrindo-se para um pátio coberto. Para esse pátio também estão direcionadas as aberturas dos banheiros, estão localizados os bebedouros e pias. A área externa ao corpo da casa possui 2 pátios de areia, um na frente e outro na lateral (ao lado da circulação externa); uma biblioteca; uma brinquedoteca. Os espaços do grupo II, berçário, refeitório e administrativos, ficam no corpo da casa (Figura 28).

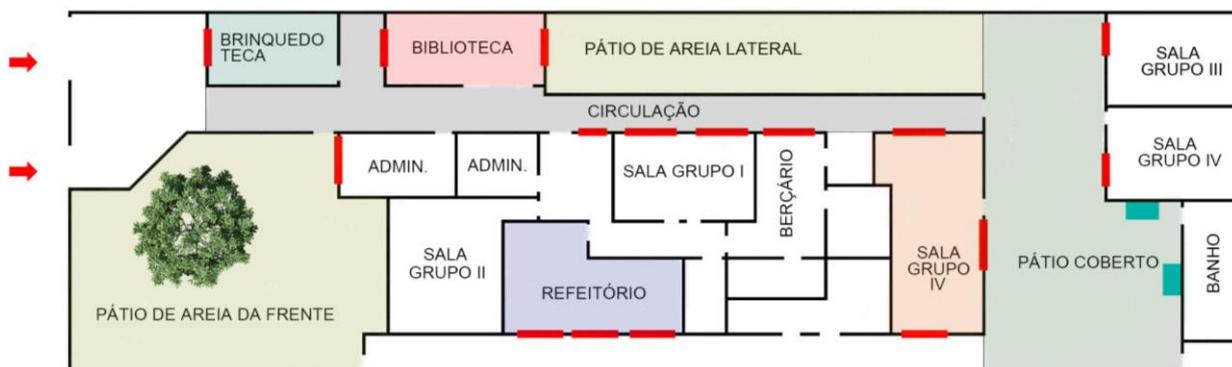


Figura 28 - Planta esquemática da Creche

Fonte: a autora

6.2. Passos metodológicos para pesquisa de campo

6.2.1 Observação do espaço

Os espaços arquitetônicos são sempre lugares significativos, e assim sendo, revelam muitas pistas sobre o comportamento humano e das relações sociais. Para a professora Malard (2001), a arquitetura é um sistema de comunicação e pode ser lido para ser compreendido e interpretado.

Baseado nessa linha de raciocínio, a pesquisadora caminha pelo espaço, observando e registrando as experiências vivenciadas por ela e pelos usuários do espaço. Foram realizadas duas caminhadas pela creche, com duração total de uma hora, de 9:30 às 10:30. Durante a primeira caminhada foram elaborados registros com anotações das observações e logo a seguir, um segundo percurso para fotografar os espaços.

O observador deve procurar observar com atenção e sem apego as reações, efeitos e emoções que o ambiente produz em seu corpo e mente durante a sua experiência no ambiente. Este percurso deve ser complementado por filmagens ou fotografias contendo momentos ou instantâneos ou elementos e situações que chamaram à atenção do observador (Rheingantz et al, 2009, p.109).

6.2.2 Registro da rotina

Foi acompanhada a rotina do grupo 5, pela pesquisadora, durante 3 manhãs, de 8h às 13h. A pesquisadora procurou se manter em local neutro e mais afastado, para não interferir ou provocar mudanças nas atitudes das crianças. Foi usado um caderno para anotações e uma câmera digital para fotografias.

A observação da rotina teve como objetivo relacionar os eventos - quais atividades eram desenvolvidas, os espaços - em que local eram desenvolvidas, e o tempo – a duração da atividade. "Essas observações devem incluir a descrição das atividades desenvolvidas pelos usuários, o local das atividades e seus elementos arquitetônicos, o tempo de duração, equipamentos e móveis necessários e grupo de usuários que faz parte da atividade" (Villa, Ornstein, 2013, p. 167).

Esse tipo de abordagem é coerente com a abordagem experiencial, que caracteriza "as observações que incorporam as interações homem-ambiente - alinhada com a abordagem atuacionista - em sua experiência de viver (habitar, trabalhar, consumir, lazer, etc.), enriquecendo e conferindo novo significado ao entendimento do lugar" (Rheingantz et al, 2009, p.15).

Na abordagem experiencial, o observador se transforma em sujeito ou protagonista de uma experiência produzida no processo de interação com o ambiente e com seus usuários, a ser explicada com base na subjetividade. Sua atenção ou percepção consciente (Vygotsky) se volta, principalmente, para o entendimento das razões, nuances e significados da experiência vivenciada no cotidiano de um determinado ambiente em uso (Rheingantz et al, 2009, p.11).

6.2.3 Entrevista semiestruturada

Nas ciências sociais, a entrevista é uma das principais técnicas de trabalho e aprofunda as informações levantadas, coletando dados que poderiam estar ocultos como o que as pessoas pensam, sentem ou fazem. Podem ser elaborados nas seguintes formas: não estruturada, semiestruturada e estruturada. Em uma entrevista semiestruturada, os entrevistadores podem preparar apenas o roteiro ou esquema básico e as perguntas não são necessariamente aplicadas na mesma ordem (Rheingantz et al, 2009).

Como não se podem prever as respostas possíveis, cada entrevistador deve compreender bem os objetivos de cada questão e o que exatamente ela pretende medir. "Nas entrevistas não estruturadas, entrevistador e respondente devem ter o total domínio da ação, podendo interromper ou redirecionar seu andamento conforme novos insights surjam durante a conversação" (Rheingantz et al, 2009, p.76).

Esta pesquisa utilizou entrevistas semiestruturadas, e foram realizadas com a professora do grupo 5 e com a diretora, com o intuito de conhecer mais detalhadamente a rotina das crianças, a organização do layout da sala, a percepção

de áreas preferidas pelas crianças, a relação delas com as cores e a luz natural dos ambientes.

6.2.4 Poema dos desejos

O poema de desejos é um instrumento que foi desenvolvido pelo arquiteto Henry Sanoff (1991), com o objetivo de captar os desejos dos usuários de um determinado ambiente, por meio de um conjunto de sentenças escritas ou de desenhos, os sentimentos, sonhos e desejos sobre o ambiente. Tem como ponto de partida a sentença “Eu gostaria que meu ambiente...” (Rheingantz et al, 2009).

O instrumento foi aplicado depois que as crianças do grupo 5 voltaram do almoço. Durante a aplicação do instrumento algumas crianças me perguntaram se podia escrever/desenhar algo sobre a creche toda e não somente na sala de atividades, o que concordei.

Ao entregarem o desenho, foi solicitado às crianças que relatassem o que estava representado em seu desenho, conforme recomendação de Rheingantz (2009, p.45), que sugere que “o observador anote as descrições e relatos das crianças em uma folha de registro à parte, a ser anexada posteriormente ao desenho”.

6.2.5 Registros fotográficos

Os registros fotográficos dão visibilidade ao recorte da realidade que o autor selecionou para capturar. “As imagens mostram-se essenciais à perfeita compreensão do espaço, considerando o papel fundamental das referências visuais para a percepção e interpretação do ambiente físico” (SANOFF, apud ELALI, 1997, p. 357).

As fotos foram realizadas durante a observação da rotina das crianças, em horários aleatórios, principalmente nos momentos e situações que se revelaram importantes na análise de uso do espaço.

6.3 Resultados da pesquisa de campo

Em um primeiro momento fizemos um reconhecimento geral de todos os espaços da creche, registrando as sensações percebidas em cada um de seus ambientes. Verificamos a distribuição e usos dados aos espaços, os caminhos

percorridos com mais frequência pelas crianças, as aberturas para a introdução da luz natural, e a localização da sala do grupo 5.

Durante o período que acompanhamos as crianças do grupo 5, registramos a interação entre elas e entre elas e os espaços. A rotina da turma também foi registrada, observando a relação entre duração das atividades e o local onde eram realizadas, também identificamos os locais preferidos pelas crianças. A aplicação do instrumento poema dos desejos, foi muito importante para entendermos como elas se sentem em relação ao espaço atual e como seria a creche do desejo delas.

A partir dessas observações, foi possível construir padrões de espaços/eventos: Lugar de Leitura, Área Livre, Área Pedagógica, considerados como padrões menores que suportam e ajudam a completar o padrão maior sala de atividades.

6.3.1 A Creche



Figura 29 - O espaço da Creche

Fonte: arquivo da autora

A primeira impressão que obtivemos ao percorrer os espaços da creche (Figura 29) foi muito agradável, pois ao entrar avistamos do lado direito um pátio de areia com brinquedos e uma árvore grande que projeta sombra sobre eles. As crianças estavam brincando no pátio, correndo descalças, numa felicidade contagiante.

Logo na entrada existe uma brinquedoteca (Figura 30), com janela para o afastamento frontal e porta para uma circulação. Este espaço é bem iluminado, apesar do vidro com película de proteção solar. É um ambiente colorido pelos brinquedos, que são organizados nas caixas e na estante. Normalmente, esse espaço é utilizado pelas crianças menores.



Figura 30 - Brinquedoteca

Fonte: arquivo da autora

Em seguida localiza-se a biblioteca, que encontramos com as luzes acesas, apesar de possuir duas janelas grandes e uma porta de vidro de correr. A porta e uma das janelas abre para a circulação interna, prejudicando o acesso da luz natural. A segunda janela abre para o pátio de areia lateral, por onde entra um pouco mais de luz, mas não o suficiente para iluminar todo o ambiente. Os vidros são escuros e recebem película de proteção solar. Existe um grande colchonete com almofadas até a metade da sala, as estantes são coloridas, com livros e brinquedos. Apesar da pouca luz natural, é um espaço bem agradável e convidativo.

A circulação para o pátio coberto é externa e faz divisa com o pátio de areia lateral. Eles são separados por um alambrado baixo e cobertos por um toldo que cobre

boa parte do pátio de areia. Apesar do toldo ser grande, ele não protege da incidência direta do sol na circulação, e propicia a formação de um bolsão de calor sob ele. A circulação é estreita, servindo somente de passagem, não sendo possível ser usada como área de encontro ou aprendizado.

O pátio coberto é o local onde as salas do grupo 3, 4 e 5 se convergem, bem como os banheiros. Na cobertura do pátio existe um shed, por onde entram luz natural e ventilação. A área em frente a abertura do shed é bem iluminada, mas a luz não consegue alcançar as salas, que estão sempre com as luzes acesas. As luminárias são de embutir, com lâmpadas tubulares de luz branca, distribuídas uniformemente, não havendo variação de intensidade de luz.

As janelas das salas têm peitoris de 1,00m e vidros com película de proteção solar, prejudicando a entrada de luz e dificultando a interação interior x exterior. Percebe-se que a interação se dá pelas portas das salas, que abrem para o pátio coberto e ficam normalmente abertas.

A vista externa para o horizonte não existe de dentro das salas. O pátio de areia lateral também é prejudicado em relação à vista externa, pois além da presença do toldo, há um muro alto na divisa lateral. O único local com vista para o horizonte é o pátio de areia frontal.

A creche no geral é muito limpa e organizada. O piso é em cerâmica lisa bege e a maioria dos ambientes possuem uma barra de cerâmica verde, com altura de 1,20m, que conforme esclareceu a diretora, facilita na manutenção e limpeza, sendo o verde a cor da logomarca da creche. Portanto, existe pouca variação de texturas nos elementos construtivos e revestimentos.

Não existe nenhuma área com jardim, e a única vegetação existente é a árvore no pátio de areia da frente, local onde foi percebido alguma variação de textura.

6.3.2 Grupo 5: interação das crianças e professoras com o espaço da sala de aula



Figura 31 - O espaço da sala de aula do grupo 5

Fonte: arquivo da autora

A sala do grupo 5 (Figura 31), turma que foi acompanhada, é uma sala retangular, com um pilar próximo à área das mesas de trabalho, o que ajuda na setorização da sala, dando uma aparência de canto na área pedagógica. O restante da sala é livre, com os móveis encostados na parede, liberando um espaço no centro da sala, que é muito usado pelas crianças. Sob a janela que abre para a circulação lateral, ficam uma mesinha para a professora e a estante onde são guardados os estojos e agendas. Na parede lateral à esquerda dessa janela, fica o armário para a guarda das mochilas das crianças (porta baixa) e o material pedagógico. Em seguida vem a TV, que fica dentro de um nicho com porta, o cantinho de leitura, o espelho e um pequeno quadro.

A interação das crianças, na hora das atividades pedagógicas, fica prejudicada pelo formato e distribuição das mesas, que são compridas, e dispostas paralelamente. As crianças que sentam em uma das mesas não conseguem interagir com as crianças da outra mesa. A professora também encontra dificuldade, pois normalmente senta na cabeceira de uma das mesas, não conseguindo dar atenção a todo o grupo. Dessa forma, as crianças levantam o tempo todo para irem até a professora ou até os colegas.

Quando perguntado na entrevista com a professora, se o mobiliário atendia as necessidades e se ela mudaria alguma coisa, a mudança do formato da mesa foi logo colocada como algo que ela mudaria. A professora sugere um formato que propicie um melhor trabalho em grupo, de forma a facilitar a observação e a atenção a todos simultaneamente.

Apesar do formato retangular, as mesas têm altura apropriada para a escala das crianças, o mesmo acontece com as cadeiras. A estante de brinquedos e de guarda do material também possui altura adequada, garantindo o acesso das crianças aos brinquedos e livros. Porém o mobiliário não favorece um arranjo flexível, pois os armários são embutidos e as duas mesas onde são realizadas as atividades pedagógicas com as crianças, são grandes e pesadas.

Como não existe nenhuma área junto à sala para as crianças usarem tinta em seus trabalhos, a professora precisa cobrir a mesa com uma lona. Esses trabalhos são colocados também sobre uma proteção no chão para secarem.

A pouca variação de textura que acontece na área externa da creche, acontece também na sala de atividade do grupo 5. As mesas e cadeiras são em

laminado melamínico liso branco com pé em madeira, o piso é em cerâmica lisa bege claro, e a parede foi revestida até meia altura em cerâmica verde.

A cor na sala é dada por essa barra de cerâmica verde, que reveste a meia parede, sendo todo o restante das paredes, o teto e a porta pintados de branco. De acordo com a diretora, a neutralidade na cor ajuda a realçar os trabalhos das crianças, que ficam pendurados em varais nas paredes laterais as mesas de trabalho. Os painéis, cartazes afixados nas paredes e as caixas de brinquedos, também são elementos que dão colorido a sala (Figura 32).

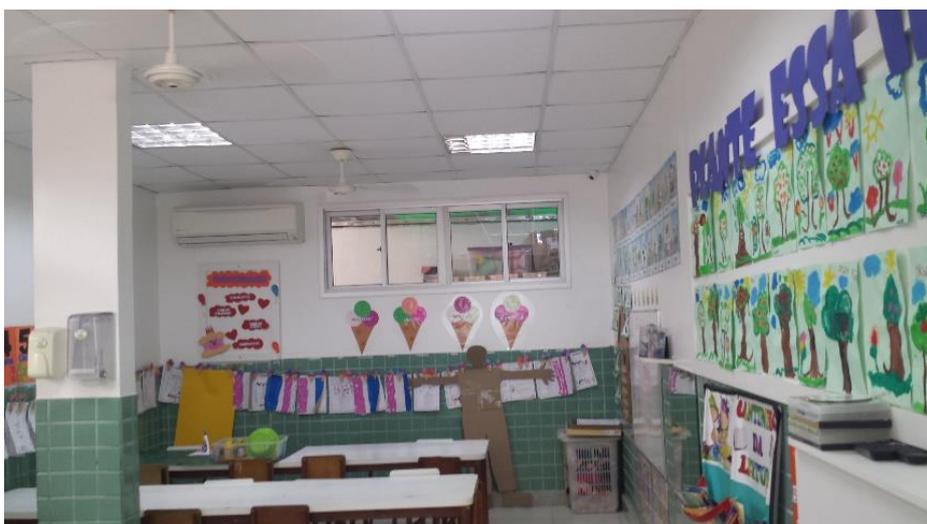


Figura 32 - A cor na sala do grupo 5

Fonte: arquivo da autora

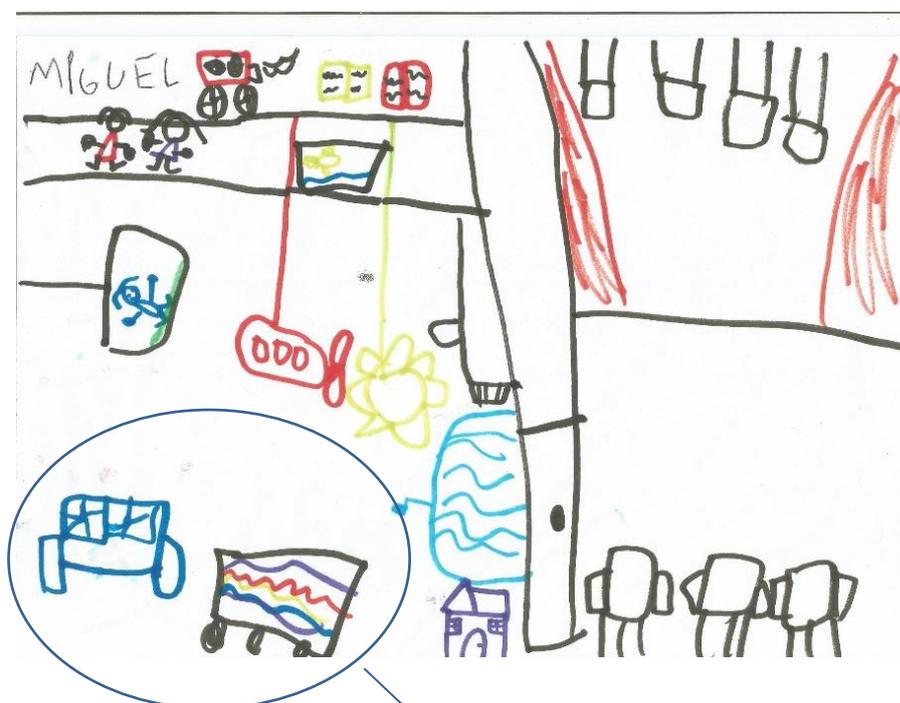
As crianças são muito interessadas e estão sempre à procura do que fazer. O interesse delas pelo cantinho de leitura é visível, e sempre que terminam uma atividade proposta vão até o cantinho da leitura pegar um livrinho para foliar. Esse espaço foi mencionado pela professora, na entrevista, como uma área preferida pelas crianças; o cantinho da leitura também apareceu em alguns desenhos, durante o poema dos desejos. Atualmente não existe um canto planejado para a leitura, os livros ficam em um painel de tecido com bolsos, pendurado na parede em frente à área livre da sala. As crianças sentam no chão ao lado dele e se encostam na parede, muitas vezes atrapalhando ou “sendo atrapalhadas” pelas circulações dos colegas.

A diretora esclareceu, na entrevista, que eles incentivam o contato das crianças com o chão, tocando e sentando no chão para brincar, ouvir histórias ou em práticas mais livres, por isso, não existe nenhuma cadeira ou lugar para sentar, fora

da mesa de atividade pedagógica. Porém, o desejo por um lugar para sentar, próximo aos livros, apareceu em desenhos de duas crianças (Figura 33).



Cantinho leitura com lugar para sentar



Cantinho da leitura com um lugar para sentar

Figura 33 - Cantinho da leitura

Fonte: desenhos produzidos pelas crianças durante a aplicação do instrumento Poema dos Desejos

Outra área muito usada pelas crianças é a área livre no centro da sala (Figura 34). Muitas atividades são realizadas nesse espaço, que de acordo com a

professora, é uma área importante, por oferecer mais possibilidades de alternar os locais onde os trabalhos com as crianças são realizados, proporcionando mais dinamismo à rotina delas. Durante a observação da rotina, esse espaço foi usado várias vezes, com as crianças se organizando em brincadeiras entre elas ou em atividade preparadas pelos professores. Nessa área todas as atividades são realizadas com as crianças sentadas no chão.



Figura 34 - Área livre no centro da sala

Fonte: arquivo da autora

A televisão da sala não foi usada em nenhum horário durante a observação da rotina. A auxiliar informou que a televisão é usada para passar filmes ou algum documentário infantil, mas elas preferem usar a da biblioteca. Não foi observado nenhum interesse das crianças por essa televisão.

O espelho, fixado em frente à primeira mesa de atividades é muito usado pelas crianças. As que sentam nessa mesa, sempre se observam no espelho, mesmo durante as atividades. Também quando passam por ele, voltam e param para se olhar, e ficam ali entretidos, fazendo caretas ou se olhando em vários ângulos e posições. Sexta-feira é dia livre e eles podem vir sem uniforme e com fantasias, aí o espelho vira uma atração à parte, todos vão até ele para conferir suas fantasias.

Como dito anteriormente, a interação interior x exterior ocorre pela porta de entrada da sala (Figura 35), que ficou aberta durante praticamente todo o tempo da observação. O peitoril das janelas é alto e as crianças não conseguem ver o lado de fora. A professora disse que elas são bem curiosas e sempre que acontece algum barulho do lado de fora, elas correm para as janelas, ficando na ponta dos pés ou

tentando subir na beirada das estantes e nas cadeiras, para ver o que está acontecendo.



Figura 35 - Interação interior x exterior

Fonte: arquivo da autora

Na entrevista com a professora, foi questionado se a presença de janela mais baixa com vista para área externa atrapalharia nas atividades. A professora respondeu que acredita que sim, mas se o espaço de atividades pedagógicas ficasse mais reservado, ela entende que seria interessante, pois as crianças observariam outras crianças brincando lá fora, aprendendo e diminuindo a timidez.

Muito interessante foi o fato de uma das crianças, ao entregar o desenho, falar que gostaria que a creche tivesse várias janelas grandes dando para um jardim e que no desenho as janelas de cima eram as dela e as janelas com grades, embaixo das janelas dela, eram as da creche (Figura 36).



Figura 36 - Janelas grandes

Fonte: desenho produzido durante a aplicação do instrumento Poema dos Desejos

Também durante a entrevista, a professora confirmou que o lugar na creche, preferido das crianças do grupo 5, é o pátio de areia da frente (Figura 37). Esse é um espaço descoberto, ensolarado e com a única vegetação da creche - uma árvore, que faz sombra e refresca o pátio. Sempre que a professora avisa que é para tirarem os sapatos para irem para o pátio de areia, elas perguntam se irão para o pátio da frente.



Figura 37 - Pátio de areia da frente

Fonte: arquivo da autora

No poema dos desejos, o jardim com flores e áreas livres aparecerem em vários desenhos, a piscina também aparece na maioria dos desenhos (Figura 38).



Figura 38 - Jardim

Fonte: desenho produzido durante a aplicação do instrumento Poema dos Desejos

6.3.3 Grupo 5: a rotina diária

As crianças do grupo 5 começam a chegar as 7h, os pais as levam até o pátio coberto, onde são recebidas pela professora. Ficam brincando no pátio e as 8h, são direcionadas até a sala, para o início das atividades. Todos os dias, as crianças iniciam sua rotina com as atividades de matemática e português. Pegam os seus estojos e vão para as mesas, onde a professora explica a atividade que será realizada, usando algumas vezes o quadro pequeno em frente às mesas. Assim que terminam os trabalhos, as crianças correm para o canto de leitura ou ficam conversando na área livre no centro da sala, aguardando os demais colegas terminarem as tarefas.

Às 9h as crianças vão ao refeitório para lanche e a partir das 9h15min iniciam as atividades planejadas, que variam a cada dia da semana. Intercalando com essas atividades, existem sempre os horários de brincadeiras, que acontecem nos pátios de areia, pátio coberto e na área livre no centro da sala. As atividades variam entre música na segunda, inglês na terça e quinta, educação física na quarta e contação de histórias na sexta.

Como o arranjo da sala não varia, o que varia é o local onde as atividades ocorrem, bem como os professores. Assim a aula de música e de contação de história acontecem na biblioteca (Figura 39), a aula de inglês na área livre no centro da sala (Figura 40) e a educação física no pátio coberto (Figura 41). O tempo de cada atividade dura normalmente entre 30min a 40min, e sempre antes ou após essas atividades, as crianças brincam em algum dos pátios.

O pátio coberto é usado por todos os grupos ao mesmo tempo, sempre com as crianças acompanhadas pelas professoras ou auxiliares. As crianças de um grupo respeitam o espaço e as brincadeiras das de outro grupo e podem participar delas, desde que peçam para entrar na brincadeira.

As 11h30min as crianças vão para o refeitório almoçar, após o almoço, fazem fila em frente a pia do pátio coberto, para escovarem os dentes. Em seguida vão para a biblioteca assistir um filme e aguardar os pais para a saída. É o horário em que algumas dormem. Na sexta feira, ao invés do filme na biblioteca, ocupam o pátio de areia da frente, lugar mais esperado por elas, para brincarem.



Figura 39 - Contação de história na biblioteca
Fonte: arquivo da autora



Figura 40 - Aula de inglês na área livre no centro da sala
Fonte: arquivo da autora



Figura 41 - Aula de educação física no pátio coberto
Fonte: arquivo da autora

6.4 Novos padrões observados

As observações efetuadas na pesquisa de campo subsidiaram a construção de novos padrões. Da mesma maneira que Alexander (2013) faz em seu trabalho, durante a pesquisa de campo, observamos a presença de padrões de espaços/eventos específicos para esse grupo de crianças. Nessa pesquisa, o padrão “Sala de Atividades”, será entendido como padrão maior que acomoda padrões menores, relacionados entre si, dando suporte e ajudando a completar o padrão maior.

A partir da metodologia desenvolvida por Alexander (2013), para a construção de padrões, buscamos relacionar os espaços e eventos que julgamos importantes para caracterização do padrão maior “sala de atividades do grupo 5”, juntamente com os padrões de luz observados por Alexander. Desejamos que o espaço sala de atividades adquira qualidade e se torne, de acordo com Alexander (1981) um lugar com “qualidade sem nome”, um ambiente “vivo”.

Observamos a possibilidade de proporcionar os seguintes padrões de espaços: Lugar de Leitura, Área Livre, Área Pedagógica. Estes padrões serão descritos a seguir.

LUGAR DE LEITURA (LL)

Fotografia



Fonte: <https://www.casinhaarrumada.com/2015/06/ideias-para-montar-um-cantinho-da-leitura-em-casa.html>

Contexto

Esse padrão ajuda a completar o arranjo das salas de atividades. De acordo com esse padrão, deve existir ao menos um local protegido da circulação que se configure como um canto confortável para a leitura e onde os livros possam estar ao alcance das crianças.

Problema

As crianças dessa idade adoram foliar os livros, pois já estão conseguindo ler e isso é muito gratificante para elas. É importante que exista um lugar para os livros na sala de

atividades, em um local que seja um pouco mais reservado, com assentos confortáveis para as crianças e que tenha uma iluminação não uniforme.

Descrição do Problema

Um LUGAR DE LEITURA é um padrão que procura resolver as seguintes questões:

1. As crianças gostam de foliar e/ou ler os livros.
2. As crianças gostam de se sentar e estarem confortáveis para ler.
3. As crianças precisam ter fácil acesso aos livros.
4. O espaço precisa ser um pouco mais reservado e capaz de proporcionar a sensação de intimidade.
5. A iluminação deve reforçar o caráter de intimidade.
6. Para que esse seja um espaço agradável é preciso incluir um local para se sentar, junto a uma janela, que seja protegido da incidência solar direta.
7. É fundamental que nesse espaço tenha aberturas com visibilidade para as áreas externas, para o descanso dos olhos.

Solução

Posicione o Lugar de Leitura, de modo que fique protegido da circulação, mas que seja de fácil acesso tanto para as crianças quanto para o professor. Também que seja aberto o suficiente para possa haver uma supervisão sutil.

Distribua no espaço pufes, almofadas e poltronas, bem coloridos e alegres.

Coloque os livros em locais de fácil alcance das crianças.

A luz natural não deve ser homogênea, a variação de luz ajuda na configuração de espaços e reforça o caráter social e de intimidade do local.

Configure um lugar junto à janela, com assentos confortáveis e peitoris baixos, permitindo a vista para o exterior.

Utilize árvores para obter uma luz filtrada, pois além de evitar a luz direta e reduzir o ofuscamento pela janela, as folhas produzem um rendilhado de claros e escuros, tornando o espaço muito agradável.

Faça aberturas com formas e tamanhos variados, elas estimulam a curiosidade das crianças a partir de diferentes enquadramentos do mundo exterior.

Relação do Padrão com os Padrões de Luz de Alexander

Lugar junto à janela (180), Peitoril baixo (222), Janelas voltadas para a vida lá fora (192), Luz filtrada (238), Aberturas profundas (223), Iluminação natural vinda dos dois lados (159), janelas internas (194).

ÁREA LIVRE (AL)

Fotografia



Fonte: <https://www.arch2o.com/hn-nursery-hibinosekkei-youji-no-shiro/>

Contexto

Esse padrão ajuda a completar o arranjo das salas de atividades. De acordo com esse padrão é importante que exista uma área livre na sala, um espaço onde as crianças tenham liberdade de transformá-lo e o professor possa utilizá-lo para variar as atividades programadas.

Problema

É importante ter um espaço que seja livre para as experiências das crianças, e que ofereça possibilidades de renovação. Que seja também um espaço de apoio ao trabalho pedagógico do professor, trazendo mais dinamismo as atividades e ao aprendizado.

Descrição do Problema

Um ESPAÇO LIVRE é um padrão que procura resolver as seguintes questões:

1. As crianças não conseguem ficar em uma mesma atividade muito tempo e estão sempre buscando novas atividades e brincadeiras.
2. As crianças gostam de transformar o espaço, interagindo com ele, através de brincadeiras e jogos.
3. Para que as brincadeiras ocorram é preciso ter disponibilidade e flexibilidade de espaço. O professor precisa de um local onde realizar os jogos, brincadeiras lúdicas, música, dança, etc.
4. Deve-se considerar a relevância da atividade lúdica no processo de aprendizado infantil.
5. As aberturas precisam permitir uma interação com o exterior, assim ao mesmo tempo que desenvolvem uma atividade, podem assistir e observar outras atividades externas.

Solução

O espaço livre precisa ser flexível, possibilitando a modificação do layout. Se for preciso remanejar os móveis, o ideal é que eles tenham rodízios e alguns como as cadeirinhas, mesas e pufes sejam leves para que as crianças possam transformar o espaço, através de suas ações. É necessário também que os espaços sejam generosos no seu dimensionamento.

Planeje aberturas variadas, proporcionando um jogo de luz e sombra, reforçando o caráter lúdico das brincadeiras. A luz natural pode tornar o ambiente mais alegre, e as várias aberturas aguçam o interesse das crianças.

Faça portas de correr grandes ou painéis móveis, permitindo que a sala integre com o espaço externo, dando dinamicidade ao ambiente.

Relação do Padrão com os Padrões de Luz de Alexander

Peitoril baixo (222), Janelas internas (194), Iluminação natural vinda dos dois lados (159).

ÁREA PEDAGÓGICA (AP)

Fotografia



Fonte: https://www.archdaily.com/775676/yutaka-kindergarten-sugawaradaisuke?ad_medium=gallery

Contexto

Esse padrão ajuda a completar o arranjo das salas de atividades. É importante que esse seja um espaço bem iluminado, com mesas e cadeiras adequados ao tamanho das crianças. Na configuração desse espaço deve existir um local para exposição dos trabalhos realizados pelos alunos.

Problema

As crianças são curiosas e gostam de aprender e realizar suas atividades pedagógicas, mas não gostam de locais desconfortáveis e estáticos. Portanto, é importante que a área pedagógica seja um local agradável, que propicie diversas experiências, favorecendo a aprendizagem e incentivando uma maior participação das crianças nas atividades propostas. Uma boa iluminação natural é fundamental nesse espaço, pois beneficia o desempenho escolar, proporcionando um bem-estar físico e psíquico.

Descrição do Problema

Uma ÁREA PEDAGÓGICA é um padrão que procura resolver as seguintes questões:

1. As crianças precisam de um mobiliário confortável e próprio para o seu tamanho.
2. O mobiliário deve ser leve, permitindo que os estudantes façam mudanças no layout do espaço.
3. As texturas e cores devem enriquecer o ambiente.
4. Não deve haver incidência direta da luz solar, para que não haja ganhos térmicos.
5. Em salas profundas, as iluminâncias fornecidas pela luz natural devem ser verificadas, pois diminuem rapidamente com o aumento da distância das aberturas.
6. É necessário oferecer uma vista externa, para que as crianças não se sintam confinadas, e possam descansar os olhos.

Solução

Utilize mesas e cadeiras compatíveis com o tamanho das crianças, que favoreçam a mudança de layout por elas. A participação delas na organização da sala, pode servir de incentivo a um maior interesse nas atividades propostas.

No caso de aberturas com incidência solar, use sistemas de proteção solar.

Verifique a necessidade de elementos de redirecionamento da luz, pois além de ajudar em uma melhor distribuição da luz natural no interior dos espaços, evitam o ofuscamento causado pelas aberturas.

Faça aberturas de forma que a iluminação natural venha dos dois lados, isso melhora a distribuição da iluminância, favorece o controle do ofuscamento e a redução da iluminação artificial.

O peitoril das janelas deve ser baixo, permitindo a vista externa e estabelecendo uma comunicação com o exterior. Assim, as crianças podem olhar para fora, ver a paisagem e as mudanças nos níveis de luz ao longo do dia. Essas cenas podem ser repousantes e tornarem o aprendizado mais tranquilo e alegre.

Relação do Padrão com os Padrões de Luz de Alexander

Peitoril baixo (222), Luz filtrada (238), Iluminação natural vinda dos dois lados (159), Janelas voltadas para a vida lá fora (192).

7. ENSAIOS PROJETUAIS

As escolas contemporâneas precisam garantir que seus espaços sejam adequados às novas demandas de ensino-aprendizagem. De acordo com Taylor (2009), as plantas-livres ou abertas são mais flexíveis e permeáveis, permitindo a liberdade de práticas educacionais variadas, sendo a solução para as escolas do séc. XXI. Porém, no Brasil, ainda existe uma certa resistência a esse tipo de planta, pela dificuldade de privacidade e pelos possíveis problemas de acústica.

Assim, para o ensaio projetual, o significado de planta livre foi interpretado como sendo espaços que facilitem as diversas modalidades de ensino com ambientes capazes de atender a mais de uma atividade, que sejam visualmente acessíveis com o uso de transparências, que favoreçam a integração entre interior e exterior, que suas áreas contíguas sejam uma extensão da sala de atividades. Dessa forma, a solução de planta-livre na arquitetura passou a ser entendida não no seu sentido estrito, mas como uma representação de ambientes que apresentem dinamicidade e adaptabilidade.

7.1 Passos metodológicos para os ensaios projetuais

Na definição da planta baixa para padrão “sala de atividades do grupo 5” utilizamos como ponto de partida o projeto arquitetônico desenvolvido pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), que tem como objetivo a melhoria e a construção de novas unidades de escolas de educação infantil. O programa apresenta quatro projetos-padrão em consonância com as diretrizes da Secretaria de Educação Básica do MEC, que foram elaborados considerando as condições dos terrenos, como dimensões e localização urbana ou rural, e a quantidade de alunos (BRASIL, 2017).

Em todos os projetos desenvolvidos pelo FNDE, a Sala de Atividades para crianças de 4 a 6 anos tem configurações similares. As salas estão direcionadas para o afastamento lateral, que é usado como solário. O peitoril da janela que se abre para o solário é baixo (0,50m) e o peitoril da janela que se abre para o pátio é alto (1,50m). O solário possui piso em cimento desempenado e na sala de atividades o piso é de granitina cinza.

Escolhemos o projeto Tipo B como exemplo (Figura 42), por sua implantação ocorrer em terreno retangular e apresentar um número de alunos em sala de até 24 crianças, mais próximo ao que pretendemos analisar.

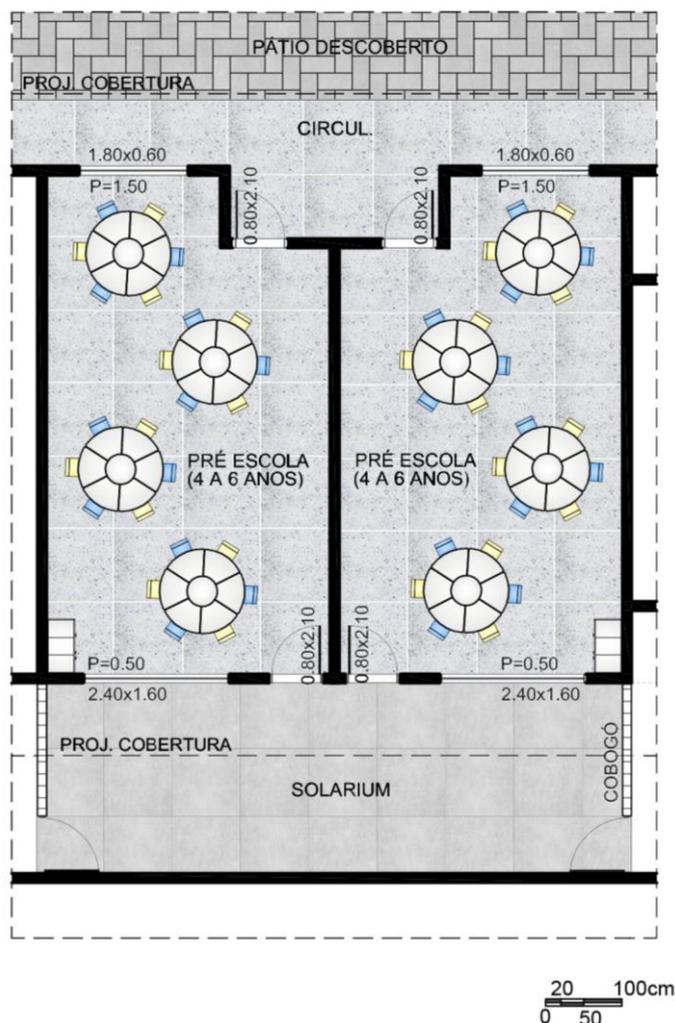


Figura 42 - Sala da Pré-Escola - adaptado do projeto Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE)

Fonte: <http://www.fnnde.gov.br/programas/proinfancia/eixos-de-atuacao/projetos-arquitetonicos-para-construcao>.

Acessado em 12/2018

A partir do projeto tipo B desenvolvido pelo FNDE para as salas da Pré Escola, procuramos investigar soluções espaciais e sistemas de iluminação natural para a Sala de Atividades, que favoreçam a relação ensino-aprendizagem de forma criativa e lúdica. Não é nossa intenção a elaboração de um projeto arquitetônico para a Escola de Ensino Infantil, mas a realização de ensaios projetuais para sala de atividades e seus ambientes adjacentes como solário e corredor, que acomodem as

relações observadas na pesquisa de campo e os padrões investigados por Christopher Alexander, relacionados à qualidade da luz natural.

Para o desenvolvimento dos ensaios projetuais utilizamos a correlação entre os padrões de luz de Alexander e os parâmetros projetuais normativos, considerando que para cada recomendação projetual usada no ensaio, o seu padrão de luz correspondente deveria ser observado.

As reflexões elaboradas na pesquisa de campo foram fundamentais, uma vez que possibilitaram a identificação das ações que ocorrem na sala de atividades e áreas contíguas, importantes no processo de ensino-aprendizagem, propiciando o entendimento de como esses espaços suportam os eventos que ali ocorrem. Nos ensaios projetuais os padrões de espaço identificados na pesquisa de campo e os sistemas de iluminação natural projetados, foram relacionados a determinados padrões de luz que contribuem com as atividades ali desenvolvidas. Dessa forma, uma planta foi elaborada, relacionando os espaços, padrões de luz e aberturas. Foi necessário a elaboração de uma simbologia para os padrões de luz, facilitando a sua identificação em planta.

Em um primeiro momento, projetamos a sala de atividades sem considerar os possíveis arranjos com as áreas contíguas, e em um segundo momento, consideramos a integração da sala de atividades com os espaços adjacentes.

7.2 Ensaios para a sala de atividades

Desenvolvemos inicialmente a Sala de Atividades (Figura 43), considerada o Padrão maior que acomoda todos os padrões de espaço observados/construídos – lugar de leitura (LL), área livre (AL), área pedagógica (AP), e seus respectivos padrões de Luz.

Avaliamos alguns aspectos como essenciais para a solução pretendida:

- Formato em “L”, criando um canto para leitura com pufes e colchonetes coloridos e confortáveis;
- Nichos no lugar de leitura, para as crianças se acomodarem;
- Cores e texturas variadas, aguçando a imaginação;
- Piso em madeira, pelo seu desempenho térmico e toque agradável;
- Área verde para o solário, com diferentes recobrimentos de solo;

- Cadeiras de tamanho adequado à altura das crianças e mesas, com formato que possibilite arranjos variados;
- Terraço externo integrado com a sala de atividades, para tarefas como pintura e argila;
- Árvore para que algumas atividades aconteçam sob sua sombra, também refresque e filtre a luz incidente;
- Janelas com peitoris baixos ao alcance das crianças, algumas com tamanhos variados estimulando a curiosidade;
- Aberturas generosas, possibilitando a integração entre atividades internas e externas;
- Conexões visuais com o exterior, com vistas agradáveis para a área verde do solário e para a circulação.

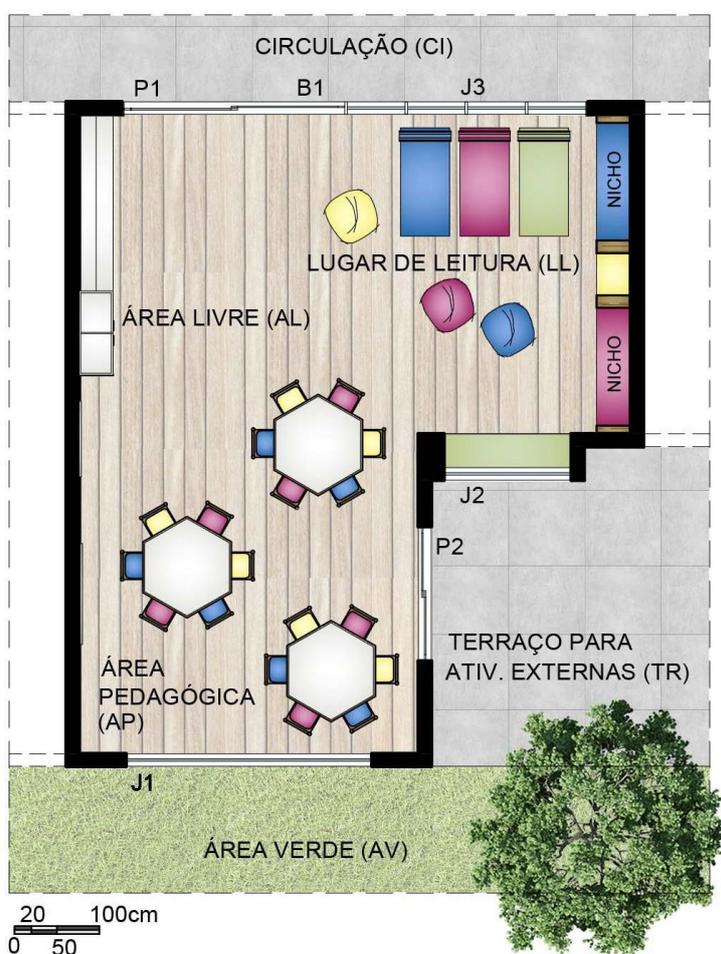


Figura 43 - Ensaio projetual para a Sala de Atividades acomodando os padrões observados.

Fonte: a autora

A nossa percepção é influenciada pela maneira como a luz se projeta no ambiente, assim inserimos objetos de diferentes formatos, texturas e cores no interior da sala de atividades, para que a luz com suas variações de cores ao longo do dia, possibilite experiências visuais agradáveis (Figura 44).

As texturas inseridas no ambiente por meio dos materiais dos colchonetes, pufes, mobiliário e piso podem ser realçadas pelo jogo de luz e sombra. Essas texturas também reforçam conceitos como áspero/liso, duro/macio, entre outros. As características naturais da madeira usada no piso e na parede dos nichos podem ser realçadas pela mutabilidade da luz natural.

Com a forma pode-se criar cantos interessantes, como o nicho hexagonal projetado na parede em madeira. Esse espaço diferenciado foi elaborado como um local de refúgio, por ser menos iluminado. Ali as crianças podem relaxar ou sentar para folhear um livrinho.

A variedade de cores foi pensada para ajudar a compor um espaço estimulante e reforçar o caráter lúdico da sala de atividades. A preocupação foi deixar o ambiente harmonioso, por isso as cores foram usadas de maneira pontual, em alguns objetos. As paredes foram pintadas de cor neutra, pois um ambiente com excesso de cores ou com tonalidades intensas, podem se tornar excessivamente estimulante e causar irritação nos usuários.



Figura 44 - Interior as Sala de Atividades

Fonte: a autora

Cada sistema para luz natural elaborado no ensaio projetual, colabora para a ocorrência de determinados padrões de luz desejados, assim, para cada ambiente e para cada sistema projetado, planejamos a ocorrência dos padrões de luz de Alexander (Figura 45), reforçando a qualidade do espaço através da luz natural.

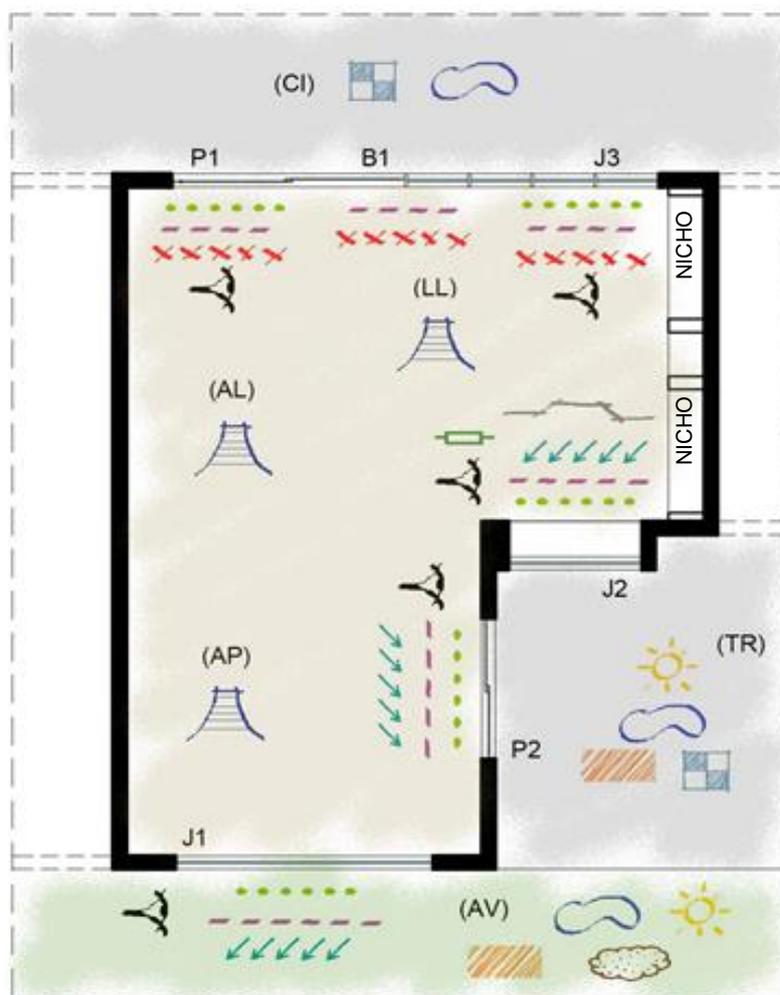


Figura 45 - Sala de Atividades com simbologia dos padrões de Luz

Fonte: a autora

Para facilitar a leitura da relação existente entre o sistema de luz natural projetado e o padrão de luz investigado por Alexander, desenvolvemos uma simbologia (Quadro 9).

SIMBOLOGIA	PADRÃO DE LUZ DE ALEXANDER
	Orientação Solar para o Espaço Externo (Padrão 105)
	Alas para a Luz Natural (padrão 107)
	Lugar Ensolarado (padrão 161)
	Lugar Junto a Janela (padrão 180)
	Mosaico de Luz e Sombra (padrão 135)
	Iluminação Natural vinda dos dois lados (padrão 159)
	Janelas voltadas para a vida lá fora (padrão 192)
	Janelas internas (padrão 194)
	Peitoril baixo (padrão 222)
	Aberturas profundas (padrão 223)
	Luz filtrada (padrão 238)
	Tons de Terra (padrão 250)
	Focos de luz (padrão 252)

Quadro 9 - Simbologia para os Padrões de Luz

Fonte: a autora

Na Quadro 10, elaboramos uma síntese da relação entre os padrões de espaços, os padrões de luz investigados por Alexander e os sistemas para luz natural projetados, que colaboraram para a ocorrência dos padrões.

RELAÇÃO ENTRE ESPAÇO / PADRÃO DE LUZ / ABERTURAS		
ESPAÇOS	PADRÃO DE LUZ DE ALEXANDER	SISTEMAS PARA LUZ NATURAL
LL	Janelas voltadas para a vida lá fora (padrão 192)	J3, J2
	Lugar Junto a Janela (padrão 180)	J2
	Luz filtrada (padrão 238)	J2
	Aberturas profundas (223)	
	Peitoril baixo (padrão 222)	J2, J3
	Iluminação Natural vinda dos dois lados (padrão 159)	B1, J3, J2
	Janelas internas (194)	J3
	Focos de luz (padrão 252)	-----
AL	Peitoril baixo (padrão 222)	P1
	Janelas internas (padrão 194)	
	Janelas voltadas para a vida lá fora (padrão 192)	
	Iluminação Natural vinda dos dois lados (padrão 159)	P1, B1, J1
	Focos de luz (padrão 252)	-----
AP	Peitoril baixo (padrão 222)	J1, P2
	Luz filtrada (padrão 238)	J1, P2
	Iluminação Natural vinda dos dois lados (padrão 159)	J1, P1, B1, P2
	Janelas voltadas para a vida lá fora (padrão 192)	J1, P2
	Focos de luz (padrão 252)	-----
TR	Orientação Solar para o Espaço Externo (Padrão 105)	-----
	Alas para a Luz Natural (padrão 107)	
	Mosaico de Luz e Sombra (padrão 135)	
	Lugar Ensolarado (padrão 161)	
AV	Orientação Solar para o Espaço Externo (Padrão 105)	-----
	Alas para a Luz Natural (padrão 107)	
	Lugar Ensolarado (padrão 161)	
	Tons de Terra (padrão 250)	
CI	Alas para a Luz Natural (padrão 107)	-----
	Mosaico de Luz e Sombra (padrão 135)	

Quadro 10 - Relação entre espaços / Padrões de Luz / Aberturas no Arranjo 1A
 Fonte: a autora

Para a análise da qualidade espacial, observar a relação estabelecida entre a sala de atividades e o ambiente exterior é importante. A partir da sala de atividades planejada desenvolvemos dois tipos de arranjos que conjugam salas de atividades e espaços adjacentes para diferentes tipos de terrenos: retangulares ou quadrados. Os arranjos devem acomodar os padrões de Alexander e os sistemas de iluminação natural serão planejados em função do posicionamento da sala de atividades em relação aos espaços contíguos, bem como sua orientação solar. Todos os arranjos desenvolvidos foram planejados como solução modular, facilitando a variação conforme geometria do lote e a possibilidade de acréscimos futuros.

Preveremos dois cenários para circulação: o Arranjo 1A possui circulação aberta para o pátio descoberto, e o Arranjo 1B possui circulação fechada, em divisa de lote com abertura zenital tipo claraboia e abertura tipo shed na sala de atividades.

7.2.1 Arranjo 1A

O Arranjo 1A (Figura 46), representa a implantação com maior ocorrência em escolas no Brasil. Normalmente os terrenos urbanos são retangulares, facilitando a disposição das salas em linha. Nesse arranjo o afastamento lateral foi utilizado como solário, com uma largura mais generosa que os 1,50m normalmente exigidos nos Planos Diretores Municipais.

Os *Parâmetros Nacionais de Infra-estrutura Para as Instituições de Educação Infantil (2006)*, recomenda que sempre que possível, o solário e sala de atividades devem ser voltados para o leste. Essa diretriz foi seguida na elaboração dos arranjos e nas simulações.

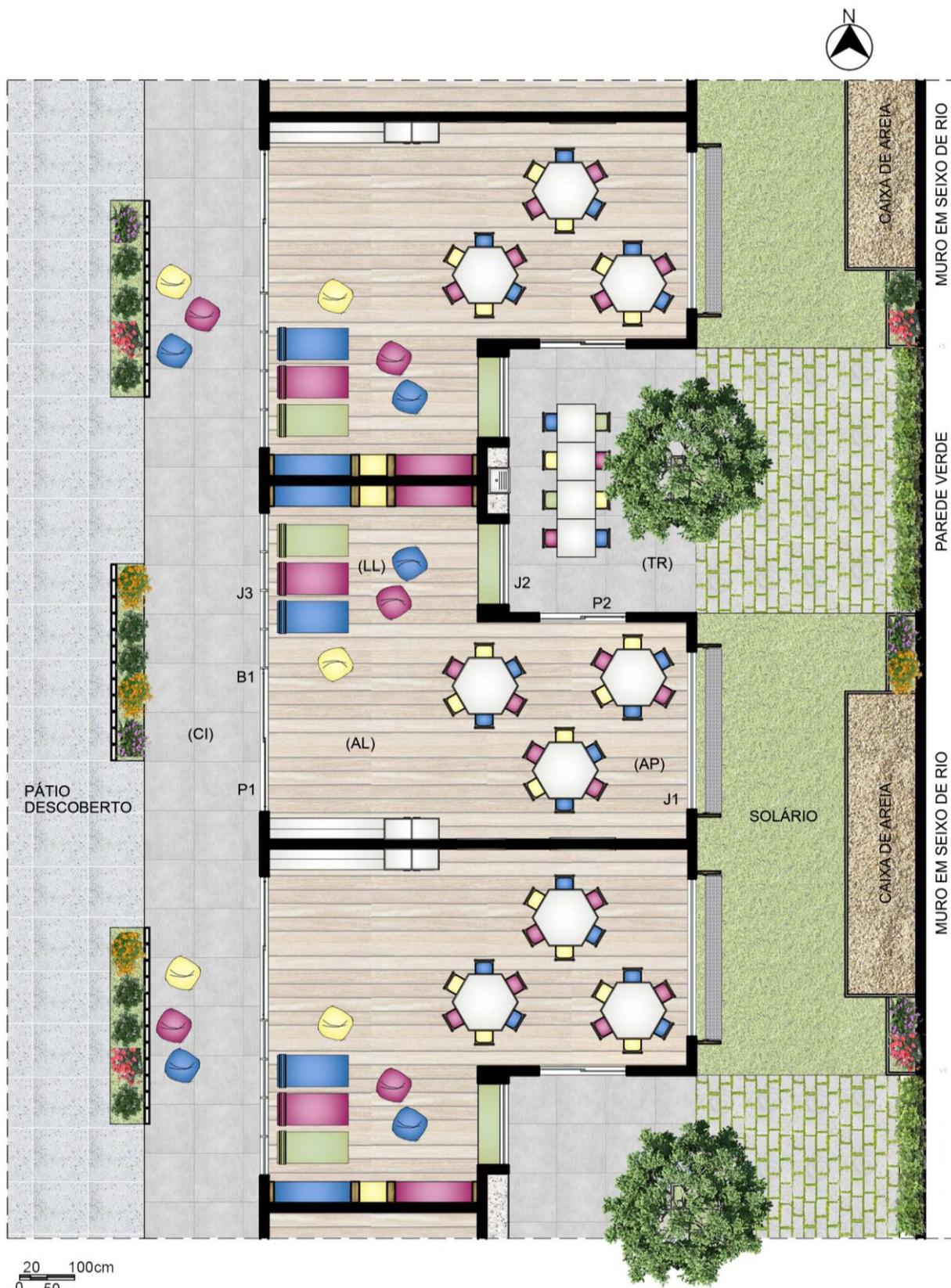


Figura 46 - Ensaio projetual para Arranjo 1A

Fonte: a autora

Planejamos a sala de atividades para múltiplos usos (Figura 47), e para que as crianças possam fazer coisas diferentes e estarem juntas. Além dos múltiplos espaços internos da sala de atividades, consideramos relevantes as interações diretas com o exterior, possibilitando que este se torne uma extensão das aprendizagens que acontecem no interior.



Figura 47 - Sala de Atividades com múltiplos usos

Fonte: a autora

Planejamos o solário composto por uma área verde e um terraço (Figura 48), onde uma árvore de porte médio projeta sua sombra. Diversas texturas foram introduzidas para possibilitar as sensações táteis e a interação das crianças com o ambiente natural: a caixa de areia, o muro revestido com seixos de rio, a parede verde, o piso de grama, o piso intertravado, e as diversas vegetações espalhadas pelos canteiros. As cores variadas dos materiais e da vegetação, além dos odores característicos dos elementos naturais, ajudam a estimular outros sentidos como olfato e visão.



Figura 48 - Solário e terraço no Arranjo 1A

Fonte: a autora

A circulação que abre para o pátio descoberto recebe o sol da tarde e funciona como uma varanda, protegendo a sala de atividades da incidência direta do sol. Alguns elementos vazados tipo cobogós foram usados na circulação, em alternância com espaços sem nenhum elemento. Eles permitem o sombreamento da varanda, filtrando o excesso de luz, e proporcionam desenhos de luz e sombras, transformando o corredor em uma área lúdica (Figura 49). Permitem também a ventilação natural.



Figura 49 - Circulação aberta para o pátio descoberto

Fonte: a autora

Nesse arranjo toda a área externa se torna um local de aprendizado informal, onde as crianças podem desenvolver suas habilidades sociais, participando e observando as brincadeiras de outras crianças. O contato com o meio natural através dos grandes vãos envidraçados, ajudam a aliviar o estresse de um ambiente fechado e também permitem a interação das crianças (Figura 50). Este arranjo refuta os modelos tradicionais que enclausuram as crianças, desencorajando a interação por entender que ela é fonte de distração e prejuízo para educação.



Figura 50 - Interação interior x exterior

Fonte: a autora

7.2.2 Arranjo 1B

O Arranjo 1B (Figura 51), é uma variação na circulação do Arranjo 1A, que passa a se configurar como um corredor fechado, na divisa do lote, portanto, necessita ser iluminado e ventilado por meio de uma abertura zenital. Como se trata de um corredor fechado é importante ter cuidado para que ele não se torne um espaço somente de passagem. A luz zenital pode contribuir para torná-lo um espaço agradável, possibilitando que ele acomode outras modalidades de ensino e brincadeiras, além daquelas desenvolvidas na sala de atividades.

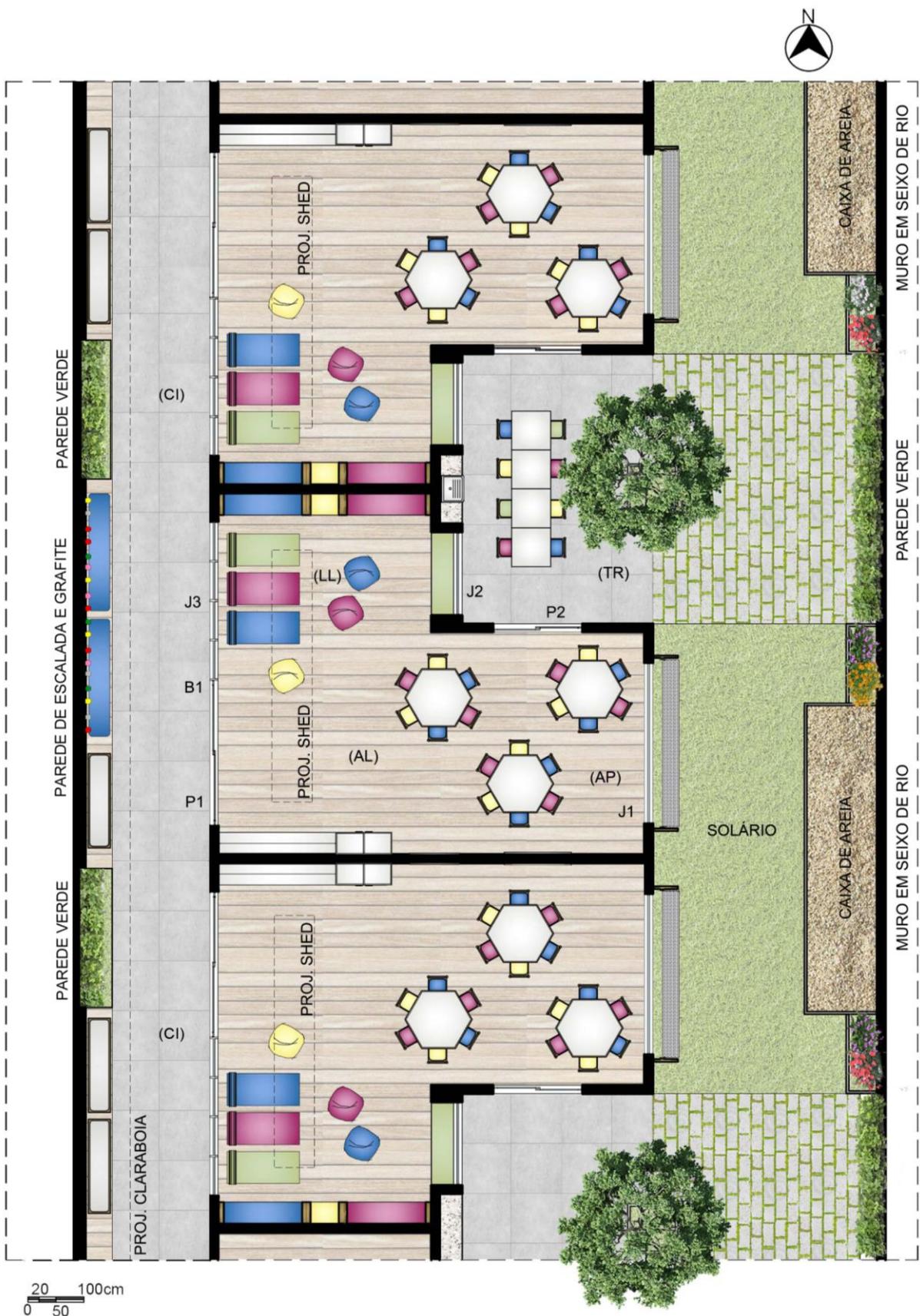


Figura 51 - Ensaio projetual para Arranjo 1B

Fonte: a autora

Como a circulação é fechada, uma vez que se posiciona no limite do lote, planejamos uma abertura zenital tipo claraboia com vedação em vidro laminado, permitindo maior acesso à luz natural durante todo o dia. Esse sistema tem como desvantagem uma maior quantidade de radiação solar, trazendo aquecimento ao ambiente. Portanto, o vidro receberá película incolor Anti-UV, com 88% de transmissão luminosa (Série Ultra 3M). Também como forma de melhorar o conforto térmico do espaço, foi colocada uma abertura com veneziana em toda extensão da claraboia, funcionando como exaustão para o ar quente. Para filtrar a penetração solar direta, foi projetado um rebaixamento em treliça de madeira (Figura 52).

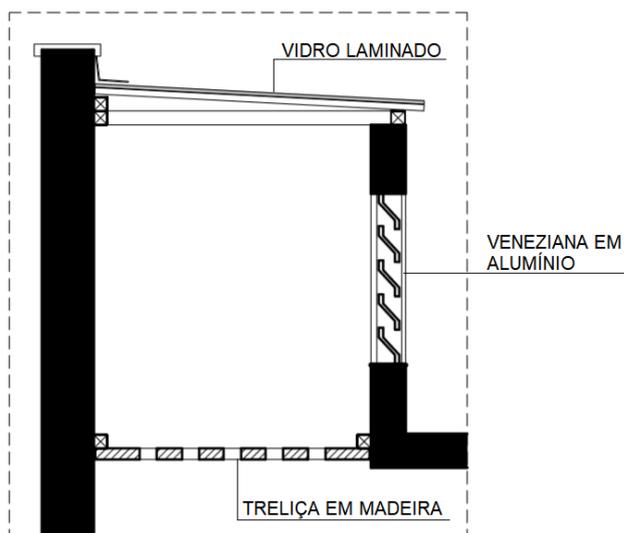


Figura 52 - Detalhe da claraboia

Fonte: a autora

A claraboia foi posicionada na lateral do corredor e sob ela foi projetada uma parede com vegetação, possibilitando uma vista agradável para as aberturas da sala de atividades, além de ajudar a filtrar a radiação solar. Assim, o corredor passa a ter iluminação natural, vegetação e abertura para exaustão do ar quente, se tornando um local propício para encontros nos bancos distribuídos em seu percurso, e para as brincadeiras na parede de escalada projetada no muro de divisa (Figura 53).



Figura 53 - Circulação interna do Arranjo 1B

Fonte: a autora

Nesse arranjo projetamos aberturas zenitais tipo shed na sala de atividades para melhorar sua performance em relação a iluminância e uniformidade. A preocupação com essa abertura foi a incidência solar direta e o aquecimento do ambiente. Assim, foi projetado um shed com telha calandrada com manta de isolamento térmico e contendo um beiral de 50cm como proteção contra a incidência direta do sol na sala de atividades (Figura 54).

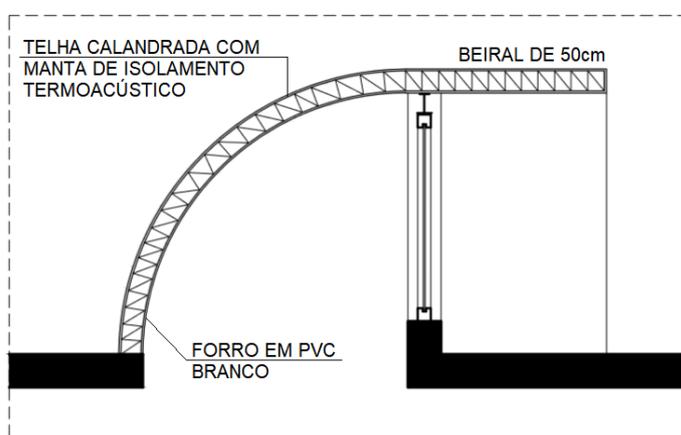


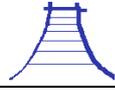
Figura 54 - Detalhe do shed

Fonte: a autora

Apesar da circulação ser interna, sem abertura horizontal, a luz natural proporcionada pela claraboia, a ventilação zenital pela veneziana próxima ao teto, a parede verde e os espaços elaborados, como os bancos sob árvore de grafite e parede de escalada, criam uma atmosfera de ambiente externo e dão suporte para realização de atividades extras na circulação.

Por estas características inseridas no corredor interno, os padrões de luz das aberturas que dão para a circulação (P1, J3, B1) e da própria circulação, permanecem os mesmos do Arranjo 1A (Quadro 11), excetuando o padrão Janelas voltadas para a vista lá fora (padrão 192).

Assim, através das aberturas que compõem o conjunto de esquadrias (P1, B1 e J3) e claraboia, temos os seguintes padrões para os espaços Lugar de Leitura (LL), Área Livre (AL) e Circulação (CI) - ambientes e aberturas influenciados diretamente pela nova configuração da circulação:

RELAÇÃO ENTRE ESPAÇO / PADRÃO DE LUZ / ABERTURAS (CONJUNTO DE ESQUADRIAS e CLARABOIA)			
ESPAÇO	PADRÃO DE LUZ DE ALEXANDER	SIMBOLOGIA	SISTEMAS PARA LUZ NATURAL
	Peitoril baixo (padrão 222)		J3
	Iluminação Natural vinda dos dois lados (padrão 159)		B1, J3
	Janelas internas (194)		J3
	Focos de luz (padrão 252)		-----
AL	Peitoril baixo (padrão 222)		P1
	Janelas internas (padrão 194)		
	Iluminação Natural vinda dos dois lados (padrão 159)		P1, B1
	Focos de luz (padrão 252)		-----
CI	Mosaico de Luz e Sombra (padrão 135)		Claraboia

	Alas para a Luz Natural (padrão 107)		Claraboia
--	--------------------------------------	--	-----------

Quadro 11 - Relação entre espaços / Padrões de Luz / Aberturas no Arranjo 1B
Fonte: a autora

7.2.3 Arranjo 2

Existem várias formas de arranjos, que podem ser desenvolvidos a partir da sala de atividades elaborada, conservando a relação entre os espaços e os padrões de luz de Alexander. Desenvolvemos o Arranjo 2, (Figura 55) para exemplificar a implantação da sala de atividades projetada em terrenos quadrados, como alternativa aos terrenos retangulares apresentados no Arranjo 1A.

A forma e tamanho do terreno são elementos importantes na escolha da melhor implantação. Em terrenos mais quadrados o solário pode funcionar como um pátio interno, não sendo necessários solários independentes para cada fileira de salas. O solário, nesse caso, será um único espaço, implantado entre as duas alas formadas pelas salas de atividades. Os vãos abertos para o solário permitem uma visão ampla das atividades e brincadeiras ali realizadas, integrando seus espaços e funcionando como expansão das salas. Como no arranjo 1A as diversas texturas e cores estão presentes, estimulando os sentidos das crianças (Figura 56).

É importante observar que o quadrante superior recebe o sol no sentido leste/oeste e já foi simulado no arranjo 1A. Porém, o quadrante inferior tem o sentido das aberturas de forma oposta, podendo necessitar que sejam inseridos elementos sombreadores diferentes. Assim, para a verificação do comportamento da luz no quadrante inferior, é necessário que se façam novas simulações para a inserção dos elementos sombreadores que ofereçam melhores resultados.



Figura 55 - Ensaio projetual para o Arranjo 2
 Fonte: a autora



Figura 56 - Solário do Arranjo 2

Fonte: a autora

7.2.4 Caracterização dos sistemas de iluminação natural nos Arranjos 1A e 1B

Escolhemos os arranjos 1A e 1B para serem analisados através de simulações computacionais. Esta escolha se deve ao fato de que esses arranjos foram implantados em terrenos retangulares, formato predominante nas malhas urbanas brasileiras.

A fim de analisar as possíveis influências dos elementos sombreadores e da transmissão luminosa dos vidros no interior da sala de atividades, elaboramos três variações: Modelo 1, Modelo 2 e Modelo 3. Essas variações foram feitas nas aberturas do sentido leste, por estas estarem mais expostas à incidência solar. Não fizemos variações nas especificações das aberturas da fachada oeste, pois tanto no Arranjo 1A quanto no Arranjo 1B, elas estão protegidas da incidência solar direta.

A seguir as características de cada modelo, para verificarmos a influência dos elementos sombreadores e da transmissão luminosa dos vidros:

Modelo 1 (Figura 57) - não foram inseridos nenhum tipo de sombreamento, observando apenas a recomendação de vidro de alta transmissão luminosa (87,10%) na parte superior das aberturas J1C e P2B e baixa transmissão luminosa (38,10%) na altura dos olhos, para evitar o ofuscamento. A J2B recebeu vidro de baixa transmissão luminosa (38,10%).

P2B - VIDRO COM TRANSMISSÃO LUMINOSA DE 38,10% NA PORTA DE CORRER E DE 87,10% NA BANDEIRA SUPERIOR

J2B - VIDRO COM TRANSMISSÃO LUMINOSA DE 38,10%



J1C - VIDRO COM TRANSMISSÃO LUMINOSA DE 38,10% NA PARTE INFERIOR E DE 87,10% NA BANDEIRA SUPERIOR

Figura 57 - Modelo 1

Fonte: a autora

Modelo 2 (Figura 58) - colocamos brises horizontais e vidros de alta transmissão luminosa (87,10%) em toda a extensão da J1B. Foi inserida uma árvore para sombrear a J2A, que recebeu vidro de baixa transmissão (38,10%), e a P2A que tem vidro de alta transmissão em sua bandeira superior (87,10%) e baixa transmissão na porta de correr (38,10%).

P2A - VIDRO COM TRANSMISSÃO LUMINOSA DE 38,10% NA PORTA DE CORRER E DE 87,10% NA BANDEIRA SUPERIOR

ÁRVORE COMO ELEMENTO SOMBREADOR

J2A - VIDRO COM TRANSMISSÃO LUMINOSA DE 38,10%



J1B - VIDRO COM TRANSMISSÃO LUMINOSA DE 87,10%

BRISE HORIZONTAL EM TODO VÃO DA JANELA

Figura 58 - Modelo 2

Fonte: a autora

Modelo 3 (Figura 59) - recebeu vidro de alta transmissão luminosa (87,10%) em toda a J1A, que teve brises horizontais inseridos somente em sua parte inferior, e uma prateleira de luz interna, separando a janela de correr da bandeira superior.

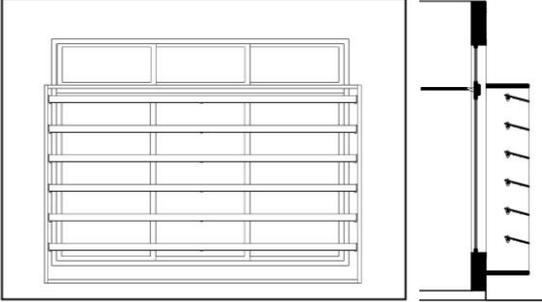
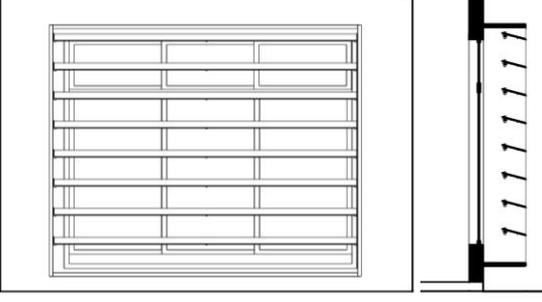
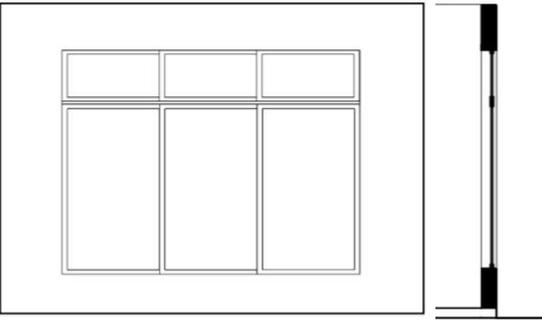
Como no modelo 2, foi inserida uma árvore para sombrear a J2, que recebeu vidro de baixa transmissão luminosa (38,10%), e a P2 com vidro de alta transmissão (87,10%) em sua bandeira superior e baixa transmissão (38,10%) na porta de correr.



Figura 59 - Modelo 3

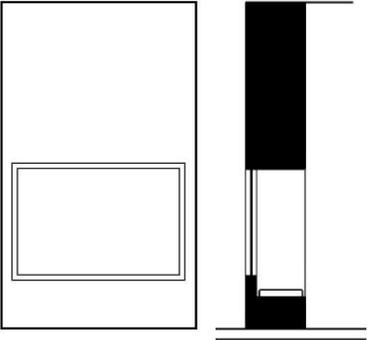
Fonte: a autora

As simulações computacionais auxiliam a escolha do tipo de vidro quanto à transmissão luminosa, o tipo e a geometria do elemento para sombreamento e redirecionamento da luz adequado à orientação proposta (leste/oeste), principalmente para as aberturas voltadas para o exterior, como a J1, P2 e J2. Portanto, é necessário especificar as características das aberturas para as simulações. Os sistemas de iluminação natural simulados estão descritos nas tabelas abaixo (Quadro 12, Quadro 13, Quadro 14 e Quadro 15).

J1 Janela principal da sala de atividades, com três folhas de correr e bandeira superior também de correr	ELEMENTO SOMBREADOR E REDIRECIONAMENTO	VIDRO
J1A (vista e corte) 	Brise móvel horizontal na parte inferior Prateleira de luz interna	Vidro de alta transmissão luminosa 87,10%
J1B (vista e corte) 	Brise móvel horizontal na parte superior e inferior	Vidro de alta transmissão luminosa 87,10%
J1C (vista e corte) 	Sem elemento sombreador	Vidro de alta transmissão luminosa na parte superior 87,10% Vidro de baixa transmissão luminosa na parte inferior 38,10%

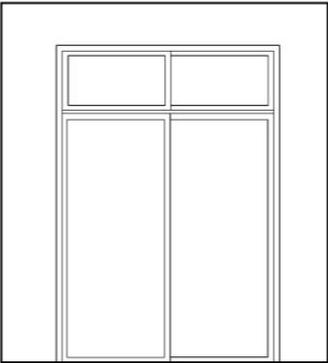
Quadro 12 - Variações da janela J1

Fonte: a autora

J2 Janela com vidro fixo, com lugar para se sentar e visualizar espaço externo.	ELEMENTO SOMBREADOR E REDIRECIONAMENTO	VIDRO
(vista e corte) 		Vidro de baixa transmissão luminosa 38,10%
J2A	Árvore de porte médio - atua como filtro de calor e luz	
J2B	Sem árvore	

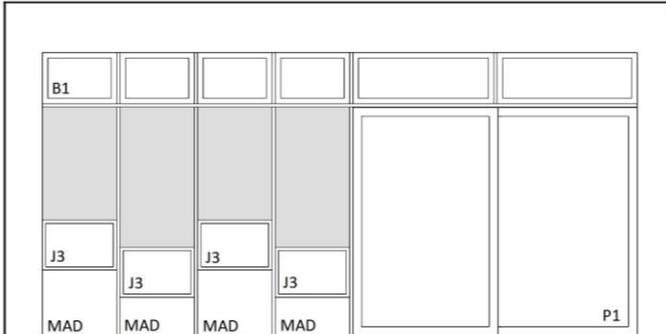
Quadro 13 - Variação da janela J2

Fonte: a autora

P2 Porta que dá acesso à área externa, com duas folhas de correr e bandeira superior para melhorar a distribuição de luz e ventilação no espaço interno	ELEMENTO SOMBREADOR E REDIRECIONAMENTO	VIDRO
(vista externa) 		Vidro de baixa transmissão luminosa na porta de correr 38,10% Vidro de alta transmissão luminosa na bandeira superior 87,10%
P2A	Árvore de porte médio - atua como filtro de calor e luz	
P2B	Sem árvore	

Quadro 14 - Variação da P2

Fonte: a autora

<p>CONJUNTO DE ESQUADRIAS P1, B1, J3 conjunto de esquadrias que abrem para a circulação formando uma esquadria única, além das aberturas tem fechamento em vidro translucido, que filtram parte da luz dando características mais amenas e difusas ao ambiente P1 - porta ampla de correr com 2 folhas, favorecendo a interação com as atividades na circulação e pátio. J3 - são aberturas pequenas e baixas para o interesse das crianças B1 - Abertura superior, para uma melhor distribuição de luz e ventilação no espaço interno.</p>	ELEMENTO SOMBREADOR E REDIRECIONAMENTO	VIDRO
 <p>*Base da J3 em madeira Obs.: Para o Arranjo 1B o vidro translucido passa a ser de alta transmissão luminosa (87,10%)</p>	Protegida pela circulação coberta e cobogós	Vidro de alta transmissão luminosa nas aberturas P1, B1, J3 - 87,10% Vidro translucido no restante do fechamento

Quadro 15 - Conjunto de esquadrias

Fonte: a autora

Para um melhor entendimento, compilamos em forma de tabela (Quadro 16) as variantes pretendidas para as simulações.

MODELOS	VARIAÇÕES	FIXAR AS ESPECIFICAÇÕES
Modelo 1	J1C - J2B - P2B	P1, B1, J3
Modelo 2	J1B - J2A - P2A	P1, B1, J3
Modelo 3	J1A - J2A - P2A	P1, B1, J3

Quadro 16 - Variações para as simulações

Fonte: a autora

8. SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS

A luz natural interfere na qualidade dos espaços. No momento da escolha de uma abertura para iluminação natural, é necessário avaliar diversos aspectos relacionados à quantidade e qualidade da luz, proporcionados por tal abertura. Portanto, é importante, durante a fase de projeto, efetuar simulações do ambiente, a fim de conhecer o comportamento prévio do sistema de iluminação natural. Por isso, após a elaboração dos ensaios projetuais, simulamos a sala de atividades nos Arranjos 1A e 1B, por serem esses os cenários mais usuais em relação a implantação de escolas no Brasil.

8.1 Procedimentos metodológicos

Como ferramenta para as simulações foi usado o software Velux Daylight Visualizer 2. O software foi elaborado em colaboração com ENTPE (l'École Nationale des Travaux Publics de l'Etat in France) e utiliza algoritmos de transporte de luz Dali-Luxion. Velux é uma ferramenta dedicada a projetar e analisar a iluminação natural, simulando a entrada de luz natural nos edifícios, ajudando os profissionais da área a documentar e prever os níveis de luz e a aparência do espaço projetado (VELUX, 2009).

O software permite incluir a orientação e a localização do modelo elaborado em 3D, com data e o horário da simulação, assim como o tipo de céu (de claro a nublado). Os dados de saída da simulação incluem luminância, iluminância e daylight factor (DF) ou fator de luz diurna (FDL), em imagens renderizadas fotorrealísticas, imagens em *false colour* e curvas isolux.

Velux é um software validado e os testes para avaliar sua precisão, correspondem a todas as situações exigidas pelo CIE 171: 2006. A metodologia do teste baseia-se na comparação dos resultados da simulação com a referência analítica, para diferentes aspectos da propagação da luz. O programa provou ser preciso nas simulações com erro máximo menor que 5.54% e uma média de erro menor que 1.53% (VELUX, 2009).

As simulações foram elaboradas para a cidade de Vitória - ES, com latitude 20° S e longitude 40° W, sobre o plano de trabalho das crianças (altura de 60cm), no solstício de verão (21 dezembro), solstício de inverno (21 de junho) e equinócio (21 de março), considerando os horários de 10h e 16h, sob as condições de céu

intermediário, que segundo Santos (2012), são as ocorrências mais frequentes na cidade de Vitória, orientando o solário para o sol nascente (sentido leste/oeste), de acordo com a recomendação dos *Parâmetros Nacionais de Infra-estrutura Para as Instituições de Educação Infantil (2006)*.

Foram simulados no Arranjo 1A, as três variações elaborados nos ensaios projetuais (Modelo 1, Modelo 2 e Modelo 3), para a verificação do melhor resultado em relação aos critérios de iluminação natural na sala de atividades. Após a análise do melhor comportamento da luz, dentre os três modelos, este foi simulado para o dia 21 em todos os meses do ano, nos horários de 8h, 10h, 13h e 16h, sob céu intermediário. Também foram feitas imagens renderizadas do espaço interno e externo desse modelo, no software V-ray, para completarmos a análise quanto a qualidade espacial.

Para a simulação do Arranjo 1B, usaremos o modelo que ofereceu o melhor resultado quanto ao comportamento na utilização da luz natural. As simulações desse arranjo objetivaram conhecer a influência da abertura zenital (claraboia), planejada para o corredor, na sala de atividades. Após iniciarmos as simulações no mês de março, percebemos que a iluminação ficava concentrada na circulação, não sendo suficiente para alcançar a sala de atividades. Assim, introduzimos na sala de atividades uma abertura zenital tipo shed. O detalhamento das aberturas – claraboia e shed - estão no item 7.2.2 Arranjo 1B.

Para analisar a penetração solar realizamos simulações com imagens em 3D no *software* Sketchup, localizando a cidade de Vitória nas coordenadas geográficas e implantando o modelo a ser simulado no sentido definido. As imagens foram obtidas nos horários de 8h, 10h, 14h e 16h nos solstícios e equinócio.

O modelo que obteve melhor comportamento da luz, dentre os modelos desenvolvidos, foi simulado nos dias 21 de cada mês do ano, nos horários de 8h, 10h, 13h e 16h, sob céu intermediário. Também foram obtidas imagens renderizadas do espaço interno e externo desse modelo, no software V-ray, para completarmos a análise quanto a qualidade espacial. Os resultados completos dessas simulações de iluminância e luminância, constam no anexo desse trabalho.

Os três modelos foram desenvolvidos no software sketchup e importados no software Velux. Em seguida, as refletâncias dos materiais internos e externos foram configuradas, seguindo as recomendações NBR 8995-1 (2013) para teto (0,6 a 0,9), paredes (0,3 a 0,8), planos de trabalho (0,2 a 0,6) e piso (0,1 a 0,5). As

transmissões luminosas dos vidros variam em função dos modelos simulados e está descrita nos modelos desenvolvidos nos ensaios projetuais.

Na configuração dos vidros no software Velux, usamos para vidros de alta transmissão 87,10% e para os vidros de baixa transmissão luminosa 38,10%. Para o vidro translucido, usado no fechamento de parte da esquadria do lado oeste, a transmissão luminosa foi de 15%.

Os dados de saída fornecidos pelo software Velux foram analisados da seguinte forma:

1 - As iluminâncias foram avaliadas de acordo com NBR ISO 8995-1 (2013), que recomenda que os índices para as salas de aula devem ser de 300lux sobre a área de tarefa e de 200lux no entorno imediato.

2 - Na falta da existência de uma norma que defina o limite de luminância da janela, utilizaremos como referência o limite de luminância média das luminárias que deve ser $\leq 1.000 \text{ cd/m}^2$, para o conforto visual (NBR ISO 8995-1, 2013). A luminância da janela foi obtida através de imagens realizadas no software Velux Daylight Visualizer 2. O programa possibilita obter uma gradação de luminância de todo o ambiente em cd/m^2 , possibilitando verificar as fontes que ultrapassam o valor considerado acima.

3 - Para análise dinâmica da iluminância proveniente da luz natural foi considerado o Fator de luz do dia - Daylight Factor (DF) - definido como a proporção entre a iluminância interna em uma superfície horizontal e a iluminância externa em uma superfície horizontal, medidas simultaneamente sob condições de céu encoberto.

Os valores de referência para o DF de acordo com CIBSE (1999) são: abaixo de 2 a luz natural não é suficiente, sendo necessário a utilização de luz artificial; entre 2 e 5 a luz natural é adequada, podendo ser necessário a luz artificial em parte do tempo; acima de 5 se tem boa iluminação natural, geralmente não é necessário o uso da luz artificial.

O Guia Prático AQUA-HQE (FCAV, 2018), para certificação de construções sustentáveis utiliza os seguintes critérios para a avaliação da iluminância natural mínima, por meio do FDL em salas de aula diretamente expostas a fachada externa:

Para obter 1 PONTO é requerido um fator de luz do dia mínimo (FLD) na zona em primeira linha:
FLD $\geq 1,2\%$ para 80% da superfície da zona em primeira linha, em 80% dos locais considerados (em superfície).

Para obter 2 PONTOS é requerido um fator de luz do dia mínimo (FLD) na zona em primeira linha:

FLD \geq 2% para 80% da superfície da zona em primeira linha, em 80% dos locais considerados (em superfície) FLD \geq 1,5% para 80% da superfície da zona em primeira linha, em 20% dos locais restantes (em superfície).

Para obter 5 PONTOS é requerido um fator de luz do dia mínimo (FLD) na zona em primeira linha e na zona em segunda linha:

FLD \geq 2,5% para 80% da superfície da zona em primeira linha, em 80% dos locais considerados (em superfície) FLD \geq 1,5% para 80% da superfície da zona em primeira linha, em 20% dos locais restantes (em superfície) E FLD \geq 0,7% para 90% da superfície da zona em segunda linha de todos os locais considerados (FCAV, 2018, p. 302).

8.2 Resultados das simulações computacionais

8.2.1 Resultado do Arranjo 1A

8.2.1.1 Comparação do Modelo 1, Modelo 2 e Modelo 3 em relação a Iluminância

No **Modelo 1** não existe nenhum tipo de sombreamento e a utilização do vidro com baixa transmissão luminosa (38,10%) na parte inferior da J1 e alta transmissão luminosa (87,10%) na parte superior, não foi suficiente para configurar como satisfatório esse modelo no horário da manhã. Porém, às 16h, esse é o modelo que apresenta melhor média de iluminâncias em relação aos modelos 2 e 3 (Figura 61).

Apesar das áreas mais internas ficarem bem iluminadas às 10h, foi verificado um excesso de iluminância próxima a J1 (Figura 60). Nas áreas próximas a P2 e J2 também se verificou um excesso de iluminância, mesmo tendo sido usado nessas aberturas vidros de baixa transmissão luminosa (38,10%). Esse excesso de iluminância junto a P2 e J2 não ocorre nos modelos 2 e 3, onde a árvore foi usada como elemento sombreador. A consequência desse excesso de iluminância será a utilização, em grande parte do horário da manhã, de elementos de controle internos, como persianas, por exemplo.

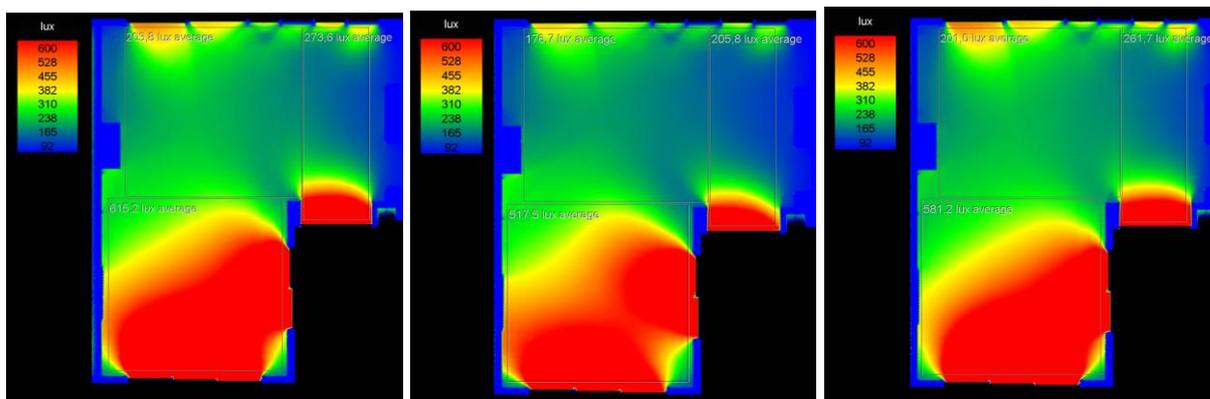


Figura 60 - Resultado da iluminância às 10h nos dias 21/03, 21/06 e 21/12 no Modelo 1

Fonte: a autora

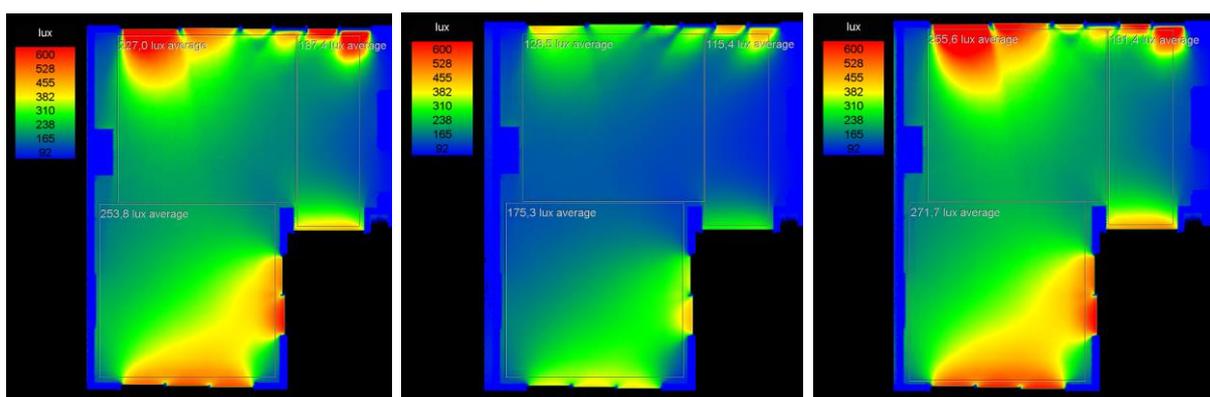


Figura 61 - Resultado da iluminância às 16h nos dias 21/03, 21/06 e 21/12 no Modelo 1

Fonte: a autora

No **Modelo 2**, o brise foi usado em toda a J1 e uma árvore foi colocada para ajudar na redução da incidência direta do sol na P2 e J2. Apesar do vidro de alta transmissão luminosa (87,10%) na J1, o uso do brise em toda a sua extensão reduziu a iluminância nas áreas mais afastadas da janela tanto no horários das 10h (Figura 62) quanto no das 16h (Figura 63), principalmente no mês de junho. A eficiência da árvore como elemento sombreador, pode ser verificada na diminuição da iluminancia junto a P2 e J2, em comparação ao Modelo 1. Nos dois modelos a transmissão luminosa dos vidros P2 e J2 são iguais (38,10%).

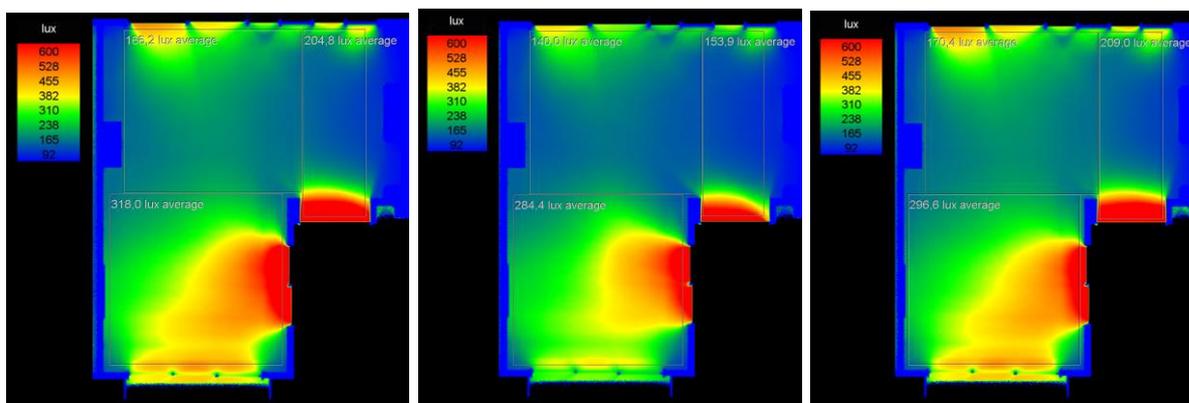


Figura 62 - Resultado da iluminância às 10h nos dias 21/03, 21/06 e 21/12 no Modelo 2

Fonte: a autora

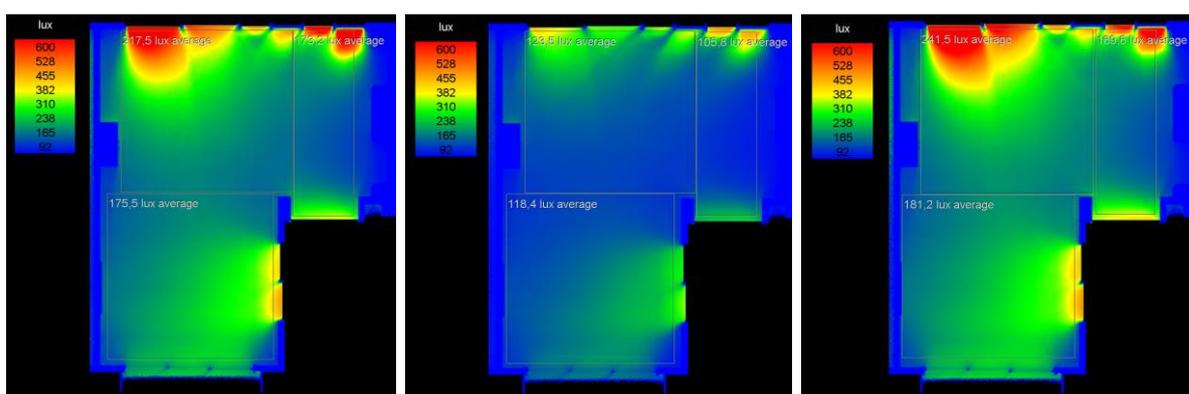


Figura 63 - Resultado da iluminância às 16h nos dias 21/03, 21/06 e 21/12 no Modelo 2

Fonte: a autora

A utilização, no **Modelo 3**, de vidro de alta transmissão luminosa (87,10%) em toda J1, brise horizontal na parte inferior e prateleira de luz interna, promoveu um maior equilíbrio entre a iluminância das áreas próximas às janelas e a iluminância das áreas mais internas no horário das 10h (Figura 64). Como no Modelo 2, as aberturas J2 e P2 receberam vidros de baixa transmissão luminosa (38,10%) e a influência da árvore como forma de sombreamento, pode ser percebido.

Em relação a média das iluminâncias às 16h, o Modelo 1 obteve um resultado melhor que o Modelo 3. Essa diminuição da média no Modelo 3 se dá pela influência das áreas mais internas (Figura 65). Porém, as áreas onde estão localizadas as mesas de trabalho (perto da P2 e da J1), as iluminâncias estão em torno dos 300lux nos meses de março e dezembro. O mês de junho tem um resultado pior com média de iluminância em 130lux na Área Pedagógica, sendo necessário a iluminação artificial nesse horário.

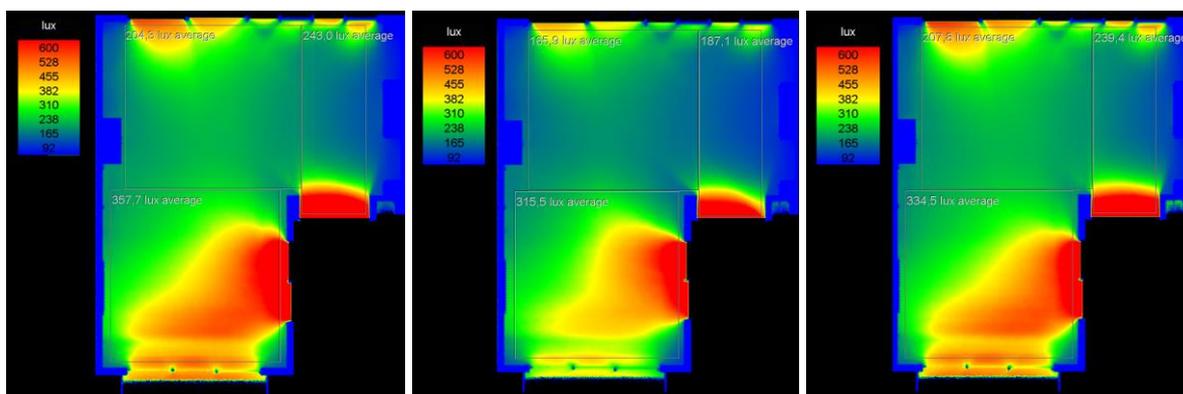


Figura 64 - Resultado da iluminância às 10h nos dias 21/03, 21/06 e 21/12 no Modelo 3

Fonte: a autora

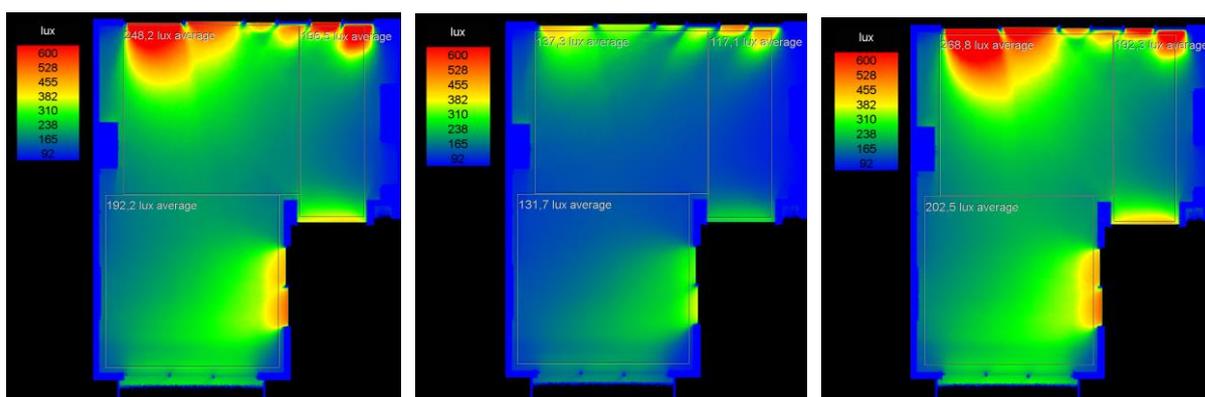


Figura 65 - Resultado da iluminância às 16h nos dias 21/03, 21/06 e 21/12 no Modelo 3

Fonte: a autora

A eficiência da prateleira de luz para melhor distribuição da iluminância pode ser vista na renderização do modelo 3, pelo software Velux, às 10h de março, que mostra a luz sendo refletida no teto da sala (Figura 66).



Figura 66 - Renderização do Modelo 3 em março às 10h

Fonte: a autora

O Modelo 3 foi o que melhor atendeu a proposta do projeto em relação as iluminâncias. Na Área Pedagógica (AP) a média de iluminâncias se situa um pouco acima dos 300lux às 10h, o que torna essa área confortável para as atividades ali desenvolvidas. Apesar da média ficar abaixo dos 300lux às 16h, no local das mesas de trabalho nos meses de março e dezembro, as iluminâncias chegam aos 300lux e ficam em torno dos 200lux na área de entorno, como exigido pela norma (NBR ISO 8995-1, 2013NBR). No mês de junho a iluminação artificial deverá ser acionada em parte do período da tarde.

No Lugar de Leitura (LL), a área junto a J2 e J3, onde estão os colchonetes e o lugar junto a janela, estão bem iluminadas. O centro dessa área está menos iluminado, e foi resolvido dessa forma como uma opção de projeto, pois nesse local acontecem as contações de história. Uma área um pouco menos iluminada favorece a ludicidade e a iluminação artificial, quando necessária, pode ser usada.

A área livre apresentou uma média de 200lux nos dois horários simulados, sendo menor somente no mês de junho. Como essa área se destina a brincadeiras livres, foi considerado os 200lux exigidos pela norma (NBR ISO 8995-1, 2013NBR), para sala comum de estudantes / local de reunião.

A influência da fachada oeste na iluminância da sala é a mesma em todos os três modelos, tanto às 10h quanto às 16h. Nessa fachada as características das aberturas foram fixadas.

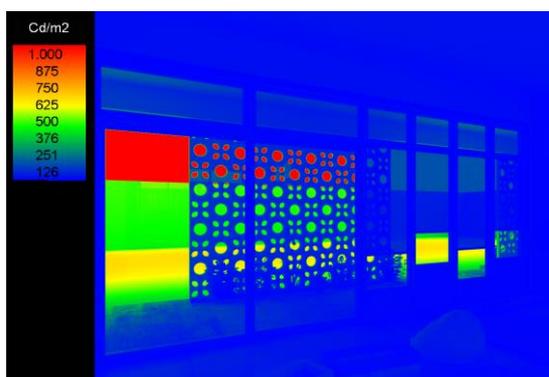
8.2.1.2 Comparação do Modelo 1, Modelo 2 e Modelo 3 em relação a luminância

Com relação as luminâncias, o comportamento dos Modelos 1, 2 e 3 ocorre de maneira similar na fachada oeste, uma vez que todos os modelos possuem as mesmas características em relação a transmissão luminosa dos vidros, referente ao conjunto de esquadrias formado pela P1, B1, J3.

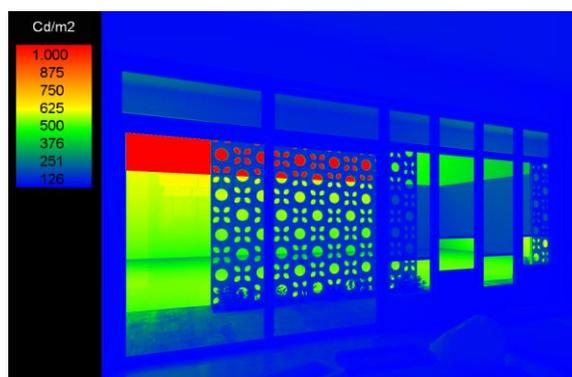
Na fachada oeste, a luminância excede as 1.000 cd/m², no plano superior da P1, que recebe vidro de alta transmissão luminosa (87,10%) e por onde se tem a visão da abóbada celeste. Isso pode ser visto às 10h e às 16h nos solstícios e equinócio. Apesar da B1 também receber vidro de alta transmissão luminosa, ela não é ofuscante, pois a marquise na circulação impede a visão da abóbada celeste. A J3 fica na parte inferior do conjunto de esquadrias e por ela se tem a visão do piso do pátio que tem baixa refletância (Figura 67).

LUMINÂNCIA - FACHADA OESTE

10h - Março



16h - Março



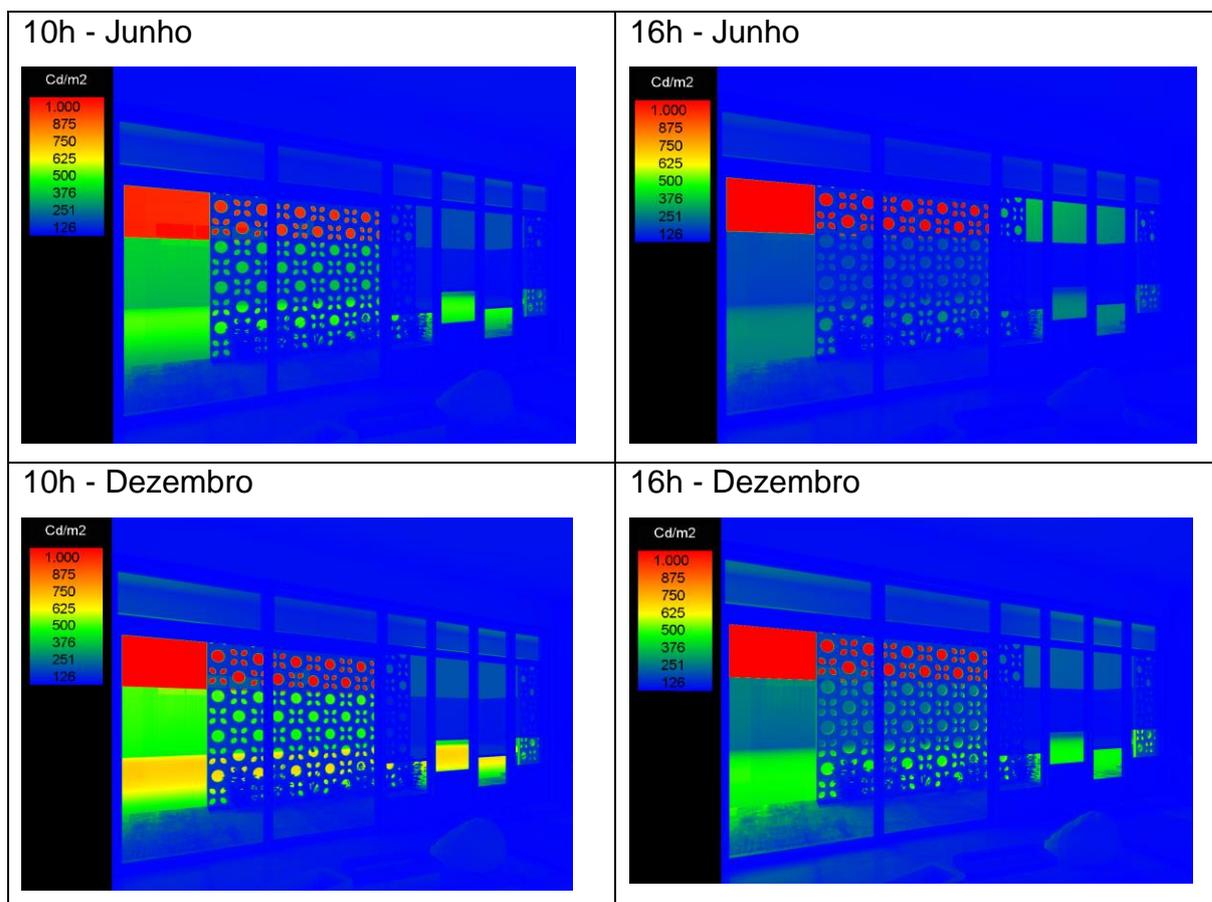


Figura 67 - Resultado da luminância na Fachada Oeste para os Modelos 1, 2 e 3
 Fonte: a autora

Na fachada leste, o comportamento dos Modelos 1, 2 e 3 foi bastante parecido. A luminância excede 1.000 cd/m² nesses modelos, somente no plano superior das aberturas J1 e P2, que recebem vidros de alta transmissão luminosa (87,10%) e por onde se tem a visão da abóbada celeste (Figura 68).

Nos Modelos 2 e 3, a J1 recebe vidro de alta transmissão luminosa (87,10%) na parte inferior da janela, e apesar do brise horizontal usado, pode se ver que no horário das 16h há um pequeno aumento da luminância nos meses de março e dezembro, o que não acontece com o Modelo 1, que recebe vidro baixa transmissão luminosa (38,10%) na parte inferior, o que demonstra que a luminância da janela depende muito mais da transmissão luminosa do vidro e da visão da abóbada celeste, do que da presença do elemento sombreador.

Apesar desse aumento da luminância nos Modelos 2 e 3, ela ficou bem abaixo de 1.000 cd/m², na altura dos olhos. A pedra de rio que reveste o muro, recebe a incidência solar às 16h e reflete no sentido da J1. Como esse é um material com

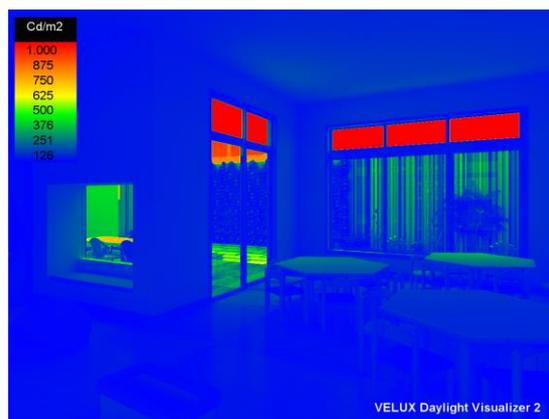
textura, opaco e de cor terrosa, a reflexão é menor do que seria se o muro fosse pintado de cor clara.

Assim, em todos os modelos, a luminância da janela excede o recomendado no pano superior da janela e é confortável no pano inferior da janela, para condições de céu intermediário.

LUMINÂNCIA - FACHADA LESTE

MODELO 1

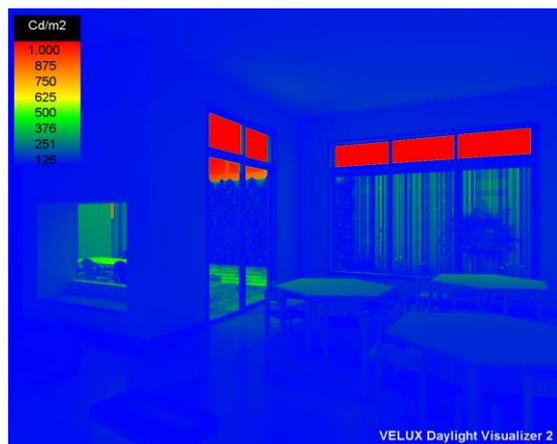
10h - Março



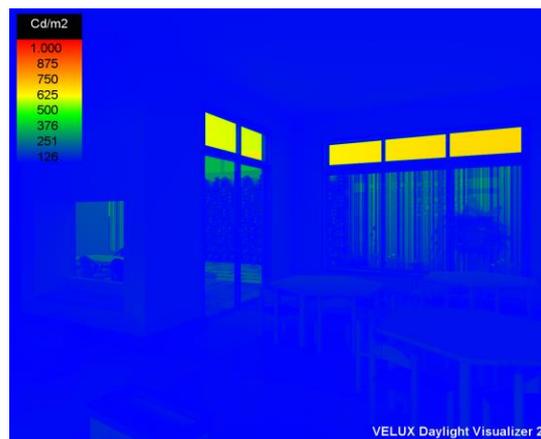
16h - Março



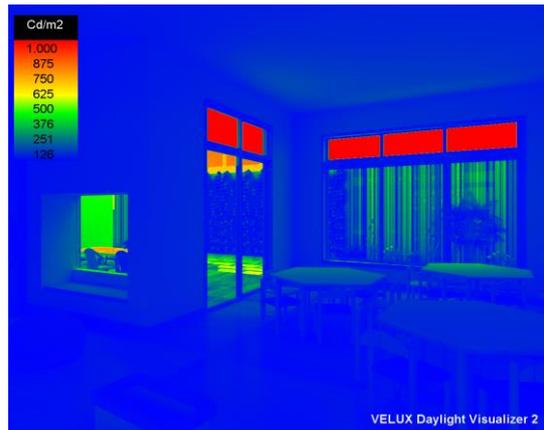
10h - Junho



16h - Junho



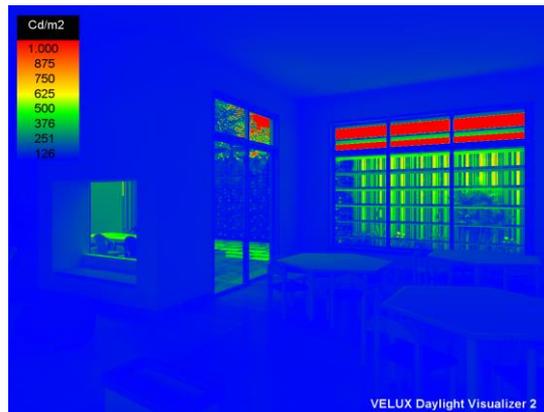
10h - Dezembro



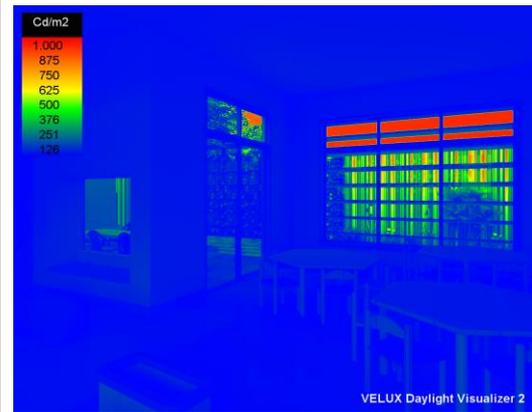
16h - Dezembro

**MODELO 2**

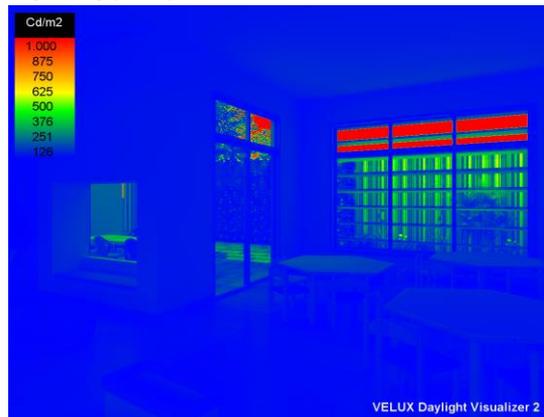
10h - Março



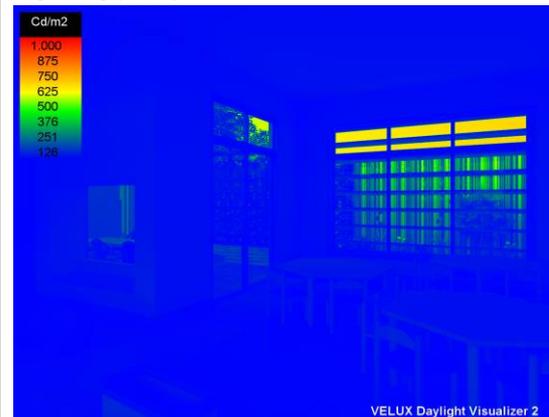
16h - Março



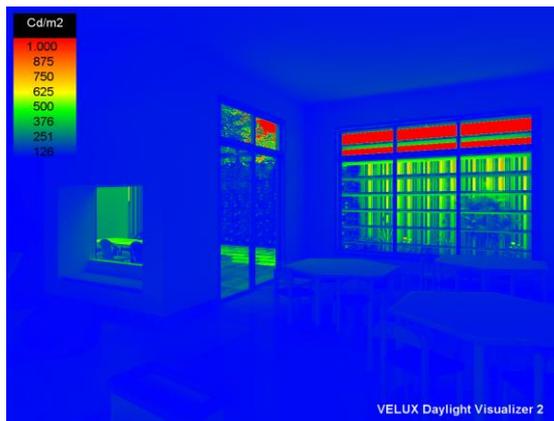
10h - Junho



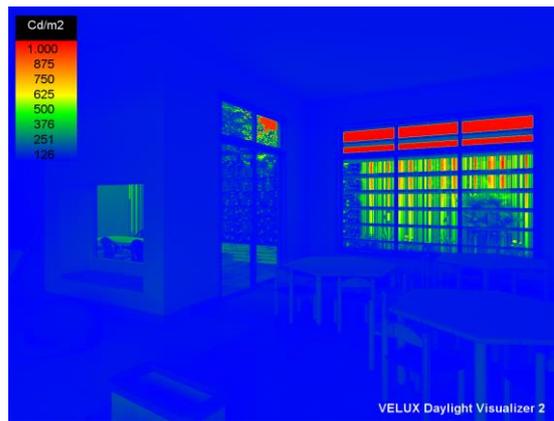
16h - Junho



10h - Dezembro

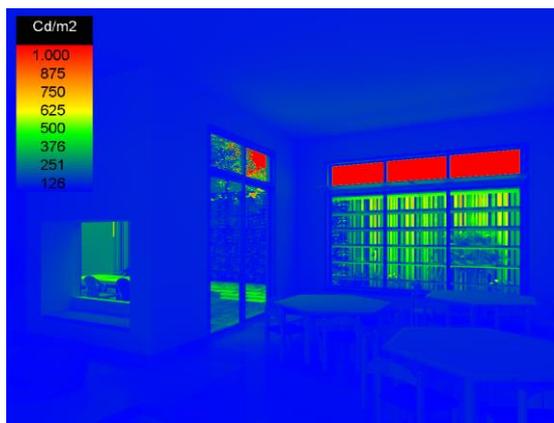


16h - Dezembro

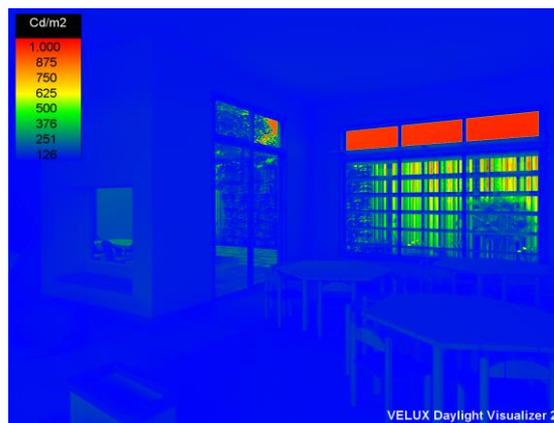


MODELO 3

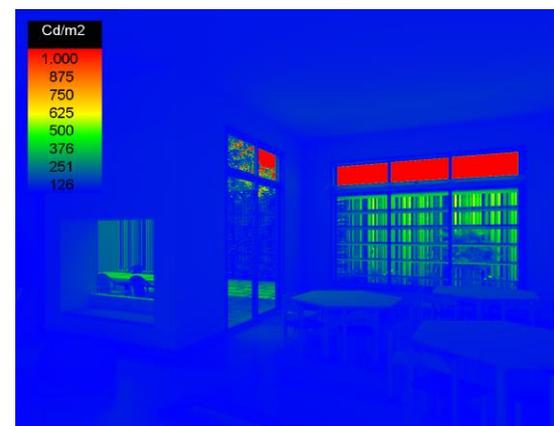
10h - Março



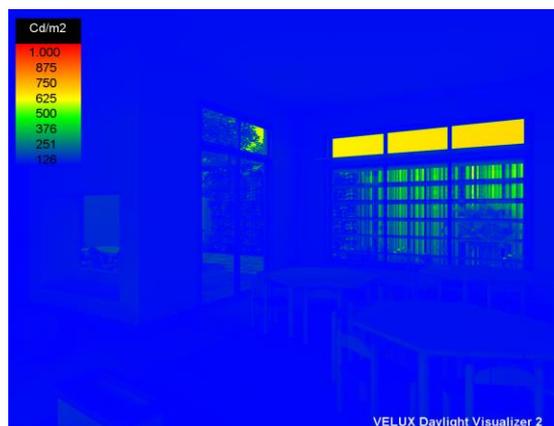
16h - Março



10h - Junho



16h - Junho



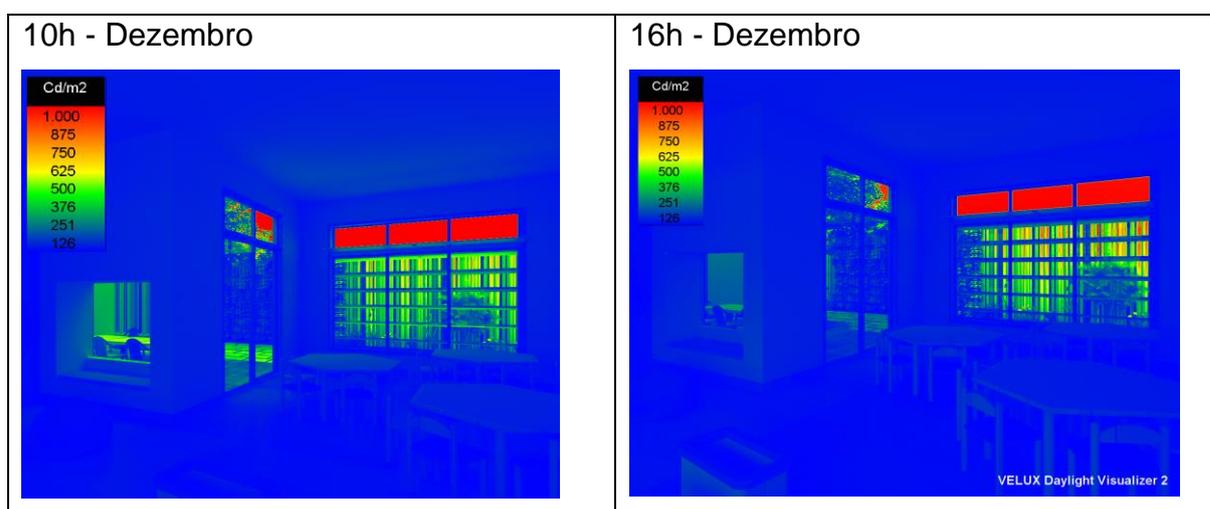


Figura 68 - Resultado da luminância na Fachada Leste para os Modelos 1, 2 e 3
Fonte: a autora

8.2.1.3 Comparação do Modelo 1, Modelo 2 e Modelo 3 em relação a penetração solar

A penetração solar foi analisada através de imagens 3D, simuladas no programa Sketchup. As imagens foram feitas nos horários de 8h, 10h, 14h e 16h nos solstícios e equinócio.

Apesar da recomendação normativas considerarem a orientação leste para o solário e salas de atividades (BRASIL, 2006), as orientações leste e oeste são difíceis de serem protegidas, pois recebem luz solar direta com maior intensidade, dificultando o projeto de protetores solares, que devem considerar ângulos muito baixos de altura solar.

Como dito anteriormente, as características das aberturas na fachada oeste é a mesma para os 3 modelos simulados. Portanto a penetração solar na fachada Oeste é a mesma para os Modelos 1, 2 e 3 e acontece no período da tarde, sendo que o único momento em que a mancha solar chega até o interior da sala de atividades é às 16h no mês de junho, período mais frio e, portanto, a presença do sol é desejável. A parede de cobogós usada para proteção solar na circulação, filtra o excesso de sol e gera desenhos no chão, permitindo brincadeiras com a luz e sombra (Figura 69).

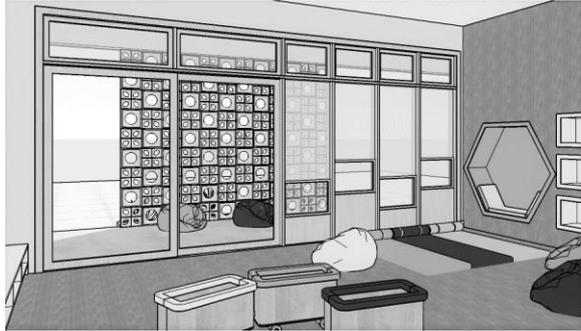
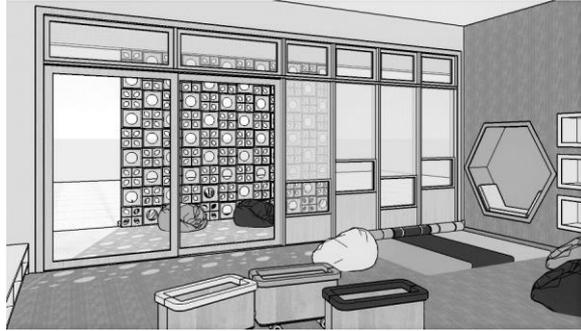
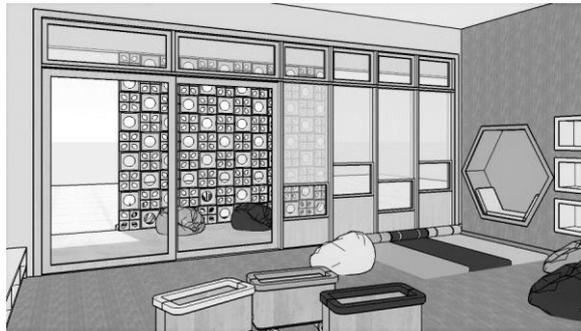
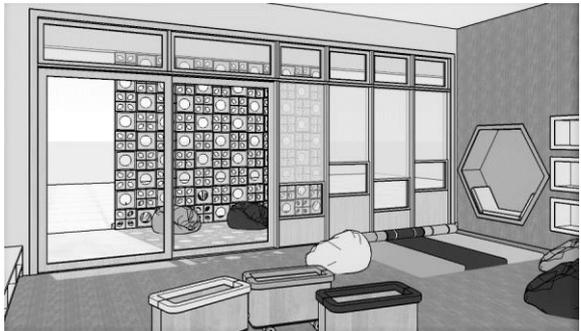
PENETRAÇÃO SOLAR - FACHADA OESTE	
DATA: 21 DE MARÇO	
13h	16h
	
DATA: 21 DE JUNHO	
13h	16h
	
DATA: 21 DE DEZEMBRO	
13h	16h
	

Figura 69 - Resultado da Penetração Solar às 13h e 16h nos dias 21/03, 21/06 e 21/12 para a Fachada Oeste

Fonte: a autora

Nas imagens geradas para a fachada oeste, foi verificada a influência da fachada leste às 8h no mês de junho, onde se vê a profundidade da penetração solar no Modelo 1, que não possui elemento sombreador externo (árvore e brise). Nos Modelos 2 e 3, a árvore protege a P1 e a J2, fazendo uma sombra agradável no interior

da sala e o brise horizontal usado na J1 nesses dois modelos, fornece uma proteção solar parcial, devida a baixa altitude solar (Figura 70).

MODELO 1**MODELO 2****MODELO 3**

Figura 70 - Resultado da penetração solar às 8h no mês de junho para os Modelos 1, 2 e 3

Fonte: a autora

Na fachada leste, em todos os modelos, a penetração solar acontece principalmente em junho, pois as trajetórias solares de inverno favorecem uma maior admissão da radiação nessa época do ano em relação ao verão.

A penetração solar acontece em todos os modelos, principalmente pelas aberturas P2 e J2. A árvore usada como elemento sombreador nos Modelos 2 e 3, é eficiente e diminui consideravelmente a insolação nesses modelos em comparação com o Modelo 1, que não tem árvore (Figura 71).

Pela J1, não se tem penetração solar, pois o muro em frente protege a fachada leste das incidências solares baixas, nos horários de 8h e 10h. Portanto, o brise horizontal usado nos Modelos 1 e 2 não influenciam na penetração solar.

PENETRAÇÃO SOLAR – FACHADA LESTE	
MODELO 1	
DATA: 21 DE MARÇO	
8h	10h
	
DATA: 21 DE JUNHO	
8h	10h
	

DATA: 21 DE DEZEMBRO	
8h	10h
MODELO 2	
DATA: 21 DE MARÇO	
8h	10h
DATA: 21 DE JUNHO	
8h	10h

DATA: 21 DE DEZEMBRO	
8h	10h
	
MODELO 3	
DATA: 21 DE MARÇO	
8h	10h
	
DATA: 21 DE JUNHO	
8h	10h
	

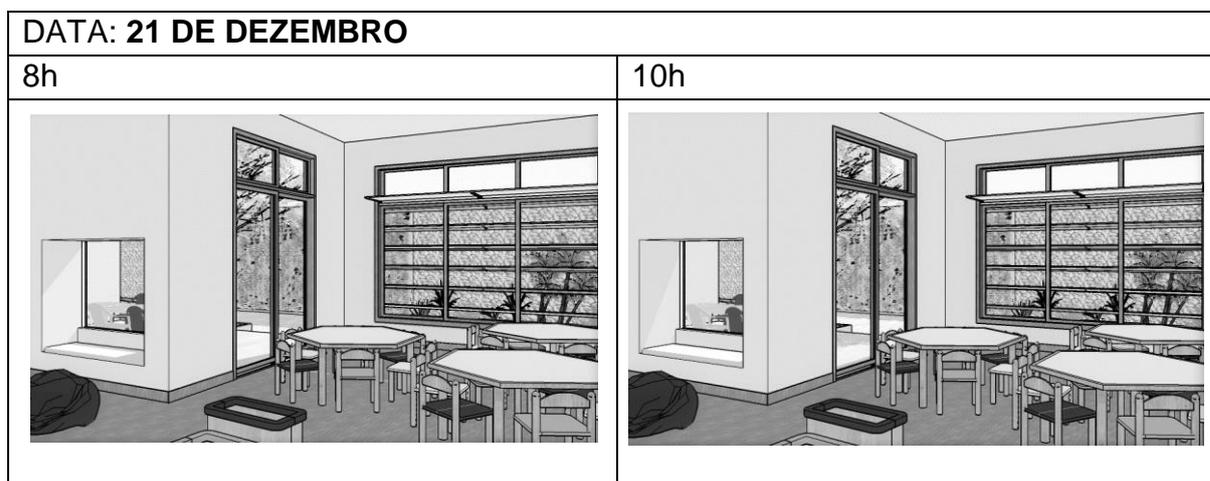


Figura 71 - Resultado da Penetração Solar às 8h e 10h nos dias 21/03, 21/06 e 21/12 para a Fachada Leste

Fonte: a autora

Portanto, o modelo que teve uma maior penetração solar no ambiente interno da sala foi o Modelo1. Os Modelos 2 e 3 tiveram comportamento parecidos, pois como dissemos anteriormente pela J1, que tem características diferentes entre os dois modelos, não se tem penetração solar. As aberturas J2 e P2, por onde há penetração, são iguais nos dois modelos.

8.2.1.4 Comparação do Modelo 1, Modelo 2 e Modelo 3 em relação ao Daylight Factor

A abordagem do DF não é flexível o suficiente para prever as variações dinâmicas da luminosidade do céu ao longo do dia e do ano. Porém, segundo Nabil e Mardaljevic (2006), apesar da ausência de realismo e da idealização que o fator de luz diurna pressupõe, tanto projetistas quanto alguns referenciais e normas ainda utilizam esse indicador. Os autores acrescentam que, meio século após a sua proposição, o FLD persiste como forma de avaliação dominante, mais pela sua simplicidade inerente, do que por sua capacidade de representar uma realidade.

Portanto, para a orientação leste/oeste e céu intermediário (céu 7), temos os seguintes resultados para os 3 modelos:

No **Modelo 1** (Figura 72), foram verificados DF acima de 3% em mais de 80% da área pedagógica (AP). Porém, em grande parte da área próximo as aberturas, onde estão localizadas as mesas de trabalho, o DF chegou a 8%. Esse excesso de iluminação pode causar desconforto visual nos usuários do espaço, e consequentemente o uso de bloqueadores como cortinas.

Na área livre (AL) o DF fica acima dos 3% em quase toda sua extensão, ficando com 2% somente na região mais central e em frente aos armários da entrada. Valor de iluminâncias favorável ao uso dado a esse espaço.

No lugar de leitura (LL), próximo as aberturas, o DF fica acima de 4% e na parte central entre 1% e 2%. A parte central mais escura é menor nesse modelo do que nos modelos 2 e 3, onde foi usada árvore para sombrear a J2.

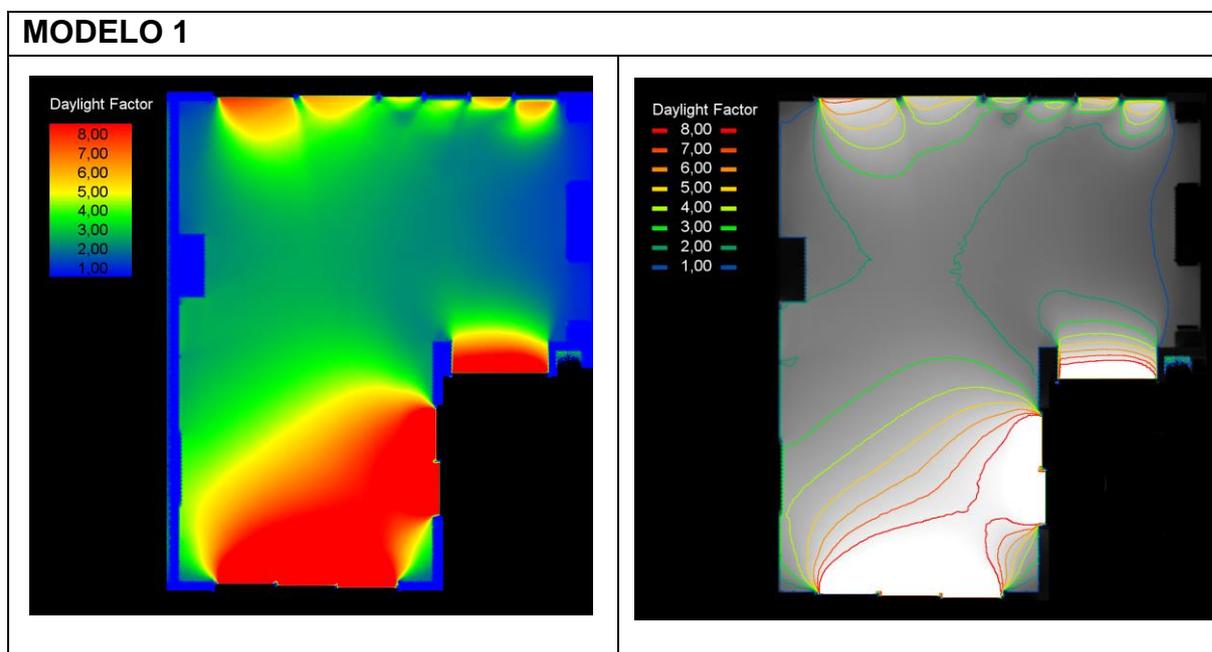


Figura 72 - Resultado do Daylight Factor no Modelo 1

Fonte: a autora

O **Modelo 2** (Figura 73), apresenta mudanças um pouco mais bruscas em relação às iluminâncias, com áreas bem claras próxima as aberturas e áreas mais escuras no interior da sala.

O DF da área pedagógica (AP) fica acima de 3% em aproximadamente 70% da área próxima às aberturas e entre 3% e 2% nas áreas mais internas, sendo necessário o acionamento da luz artificial em parte do dia.

A parte central da área livre (AL) ficou um pouco mais escura que o modelo 1 e modelo 2, apresentando DF em torno de 2%. Próximo as aberturas o DF aumenta, ficando acima de 3%.

O lugar de leitura (LL), tem a área central com o DF entre 1% e 2% aumentada em relação ao Modelo 1, somente bem próximo as aberturas o DF fica acima dos 3%.

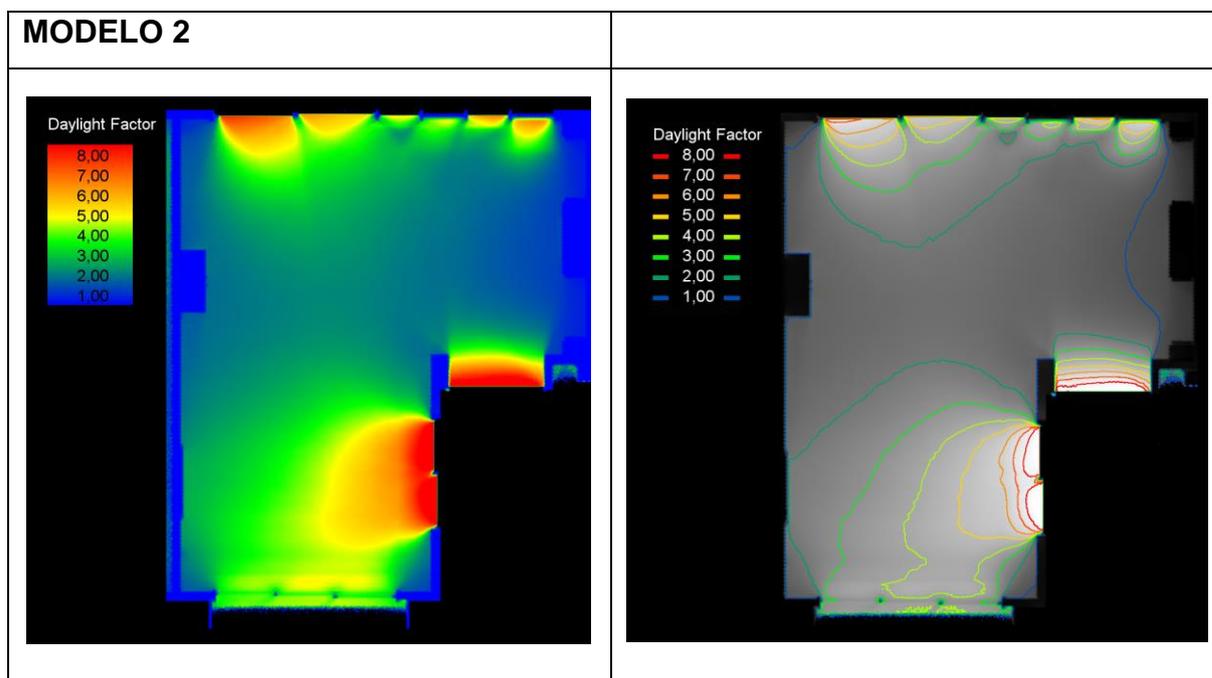


Figura 73 - Resultado do Daylight Factor no Modelo 2

Fonte: a autora

O **Modelo 3** (Figura 74) é o que apresenta maior uniformidade em relação as iluminâncias médias. O DF da área pedagógica (AP) fica acima de 3% em toda a sua extensão, e no local onde estão as mesas de trabalho fica acima de 4%, não sendo necessário o acionamento da iluminação artificial em grande parte do dia.

Somente na região mais central da área livre (AL) o DF fica em 2%, o restante desse espaço o DF se situa acima de 3%. O uso da prateleira de luz colaborou para o redirecionamento da luz natural para o interior da sala, beneficiando esse modelo em comparação como modelo 2.

O lugar de leitura (LL), próximo as aberturas, possui DF acima de 3% e na parte central entre 1% e 2%. Como a parte central foi elaborada para as brincadeiras lúdicas, a luz artificial será usada como suporte para as tais atividades.

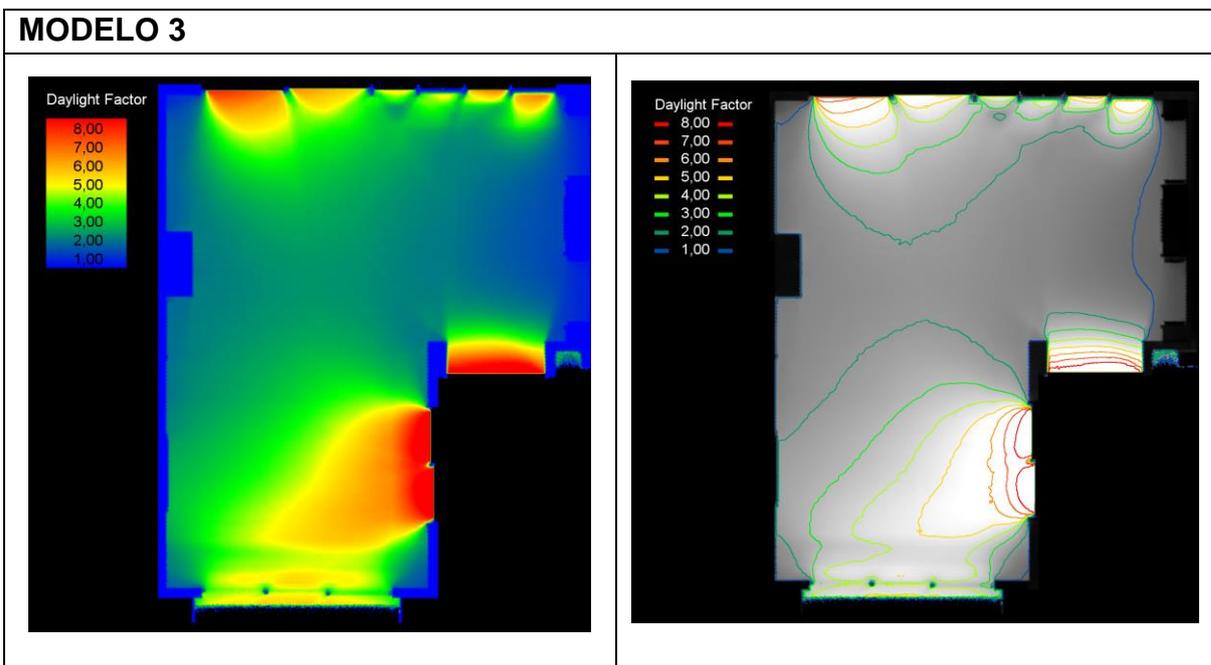


Figura 74 - Resultado do Daylight Factor no Modelo 3

Fonte: a autora

A partir das análises apresentadas, verificou-se que o Modelo 3 foi o que melhor atendeu aos critérios de Iluminância, Luminância, Penetração Solar e Daylight Factor. Quanto à percepção da qualidade do espaço a partir da luz natural, foram renderizadas duas imagens do modelo 3, escolhidas em função da maior penetração solar. Uma para a fachada leste às 10h do mês de junho (Figura 75), e outra para a fachada oeste às 16h do mês de março (Figura 76).



Figura 75 - Sala de atividades em junho às 10h

Fonte: a autora



Figura 76 - Sala de atividades em março às 16h

Fonte: a autora

Para uma ampla variação nas simulações referente a disponibilidade de luz quanto período do ano e hora do dia, esse modelo foi simulado para o dia 21 em todos os meses do ano, nos horários de 8h, 10h, 13h e 16h, sob céu intermediário. As simulações encontram-se no anexo deste trabalho.

8.2.2 Resultado do Arranjo 1B

O Arranjo 1B é uma variação na circulação do Arranjo 1A. Em terrenos estreitos, muitas vezes a circulação fechada se faz necessária. Neste ensaio projetamos uma abertura zenital tipo claraboia, para solucionar a entrada de luz.

Ao iniciarmos as simulações de iluminância para o mês de março, verificamos uma iluminância suficiente para iluminar o corredor, mas insuficiente para iluminar a sala de atividades (Figura 77).

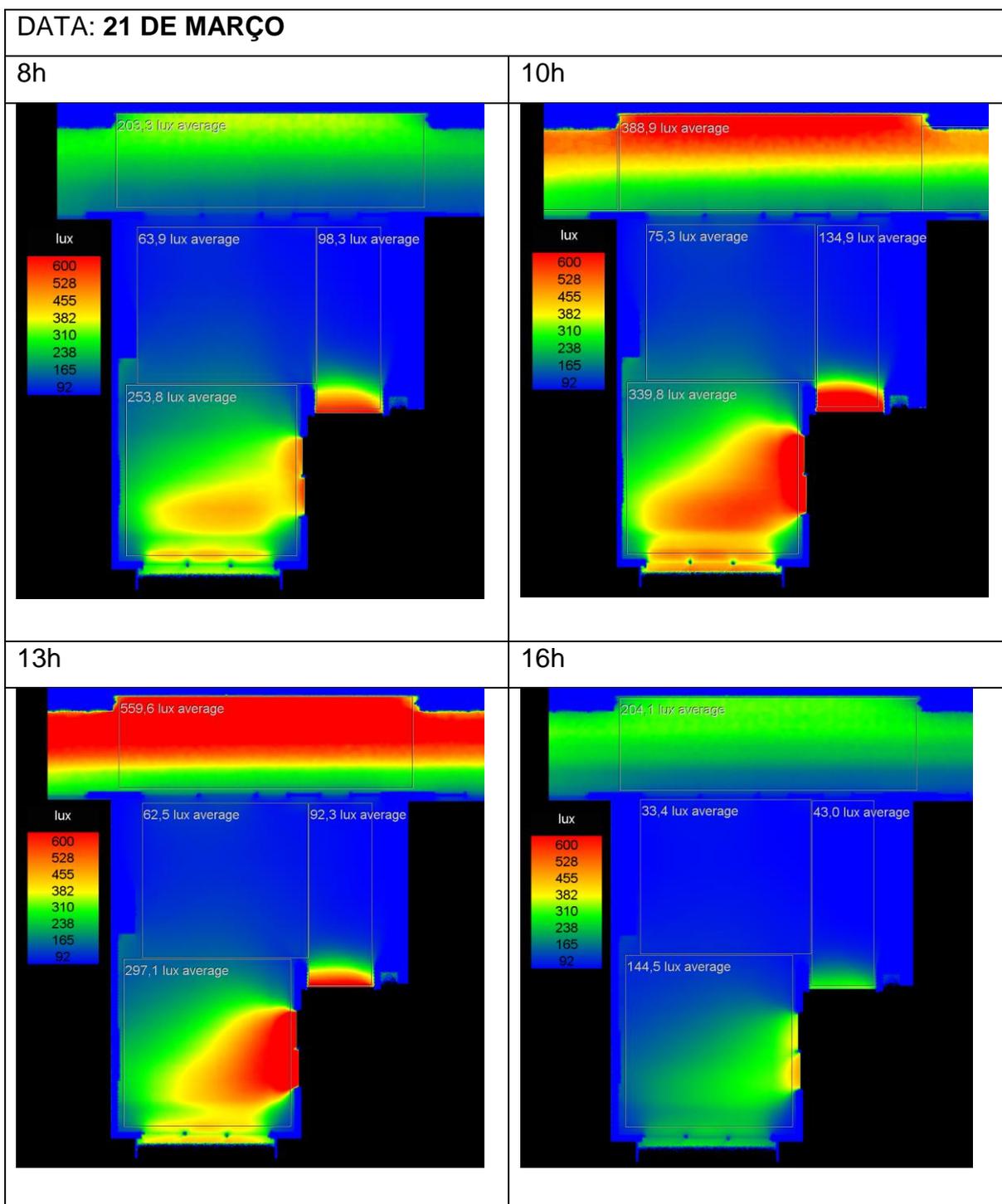


Figura 77 - Resultado da iluminância em março às 8h, 10h, 13h e 16h

Fonte: a autora

Para equilibrar a iluminância média na sala de atividades, uma segunda abertura foi projetada. Para isso, alguns testes foram realizados, com a preocupação de se ter uma boa iluminação com uma menor penetração solar. A abertura para ao orientação leste e oeste, tipo lanternin, fornece uma boa iluminância durante todo o

período do dia, porém, a partir de 15h há incidência solar sobre a mesa de trabalho das crianças (Figura 78).

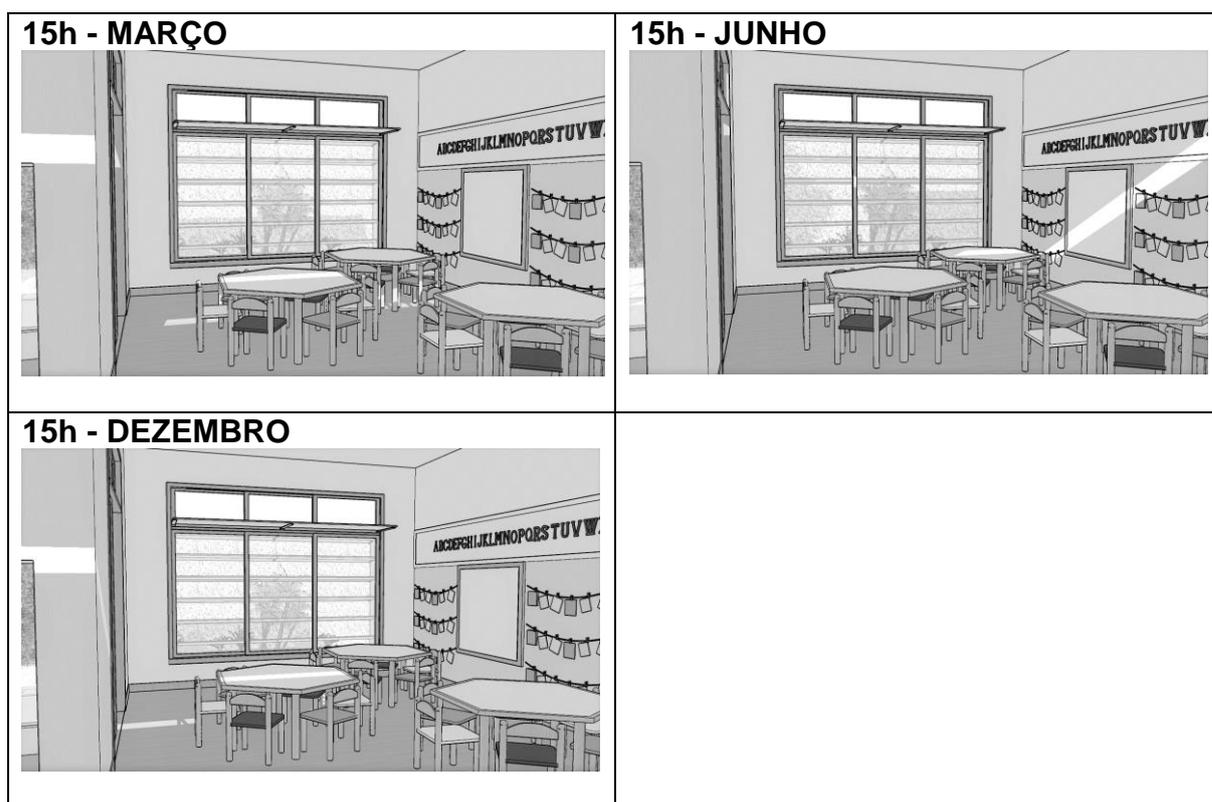


Figura 78 - Resultado da Penetração solar com abertura em lanternin voltada para o oeste

Fonte: a autora

No caso do shed voltado para o sul, as iluminâncias foram muito baixas. Assim, optou-se pela abertura em shed voltada para o leste, como forma de introdução de luz na sala de atividades.

8.2.2.1 Resultado da Penetração Solar

A Penetração Solar através do shed da sala de atividades acontece às 8h em março, junho e dezembro. Nesse horário o ângulo de incidência dos raios solares é baixo e se projeta para dentro da edificação, refletindo na parte superior do conjunto de esquadrias formado pelas aberturas P1, B1 e J3 em sentido ao corredor (Figura 79). Consideramos que esta entrada de sol não é desconfortável, uma vez que neste período as temperaturas são mais amenas.

Às 10h não ocorreu penetração solar, pois o beiral de 50cm adicionado ao shed, funciona como barreira, protegendo o ambiente interno da penetração solar.

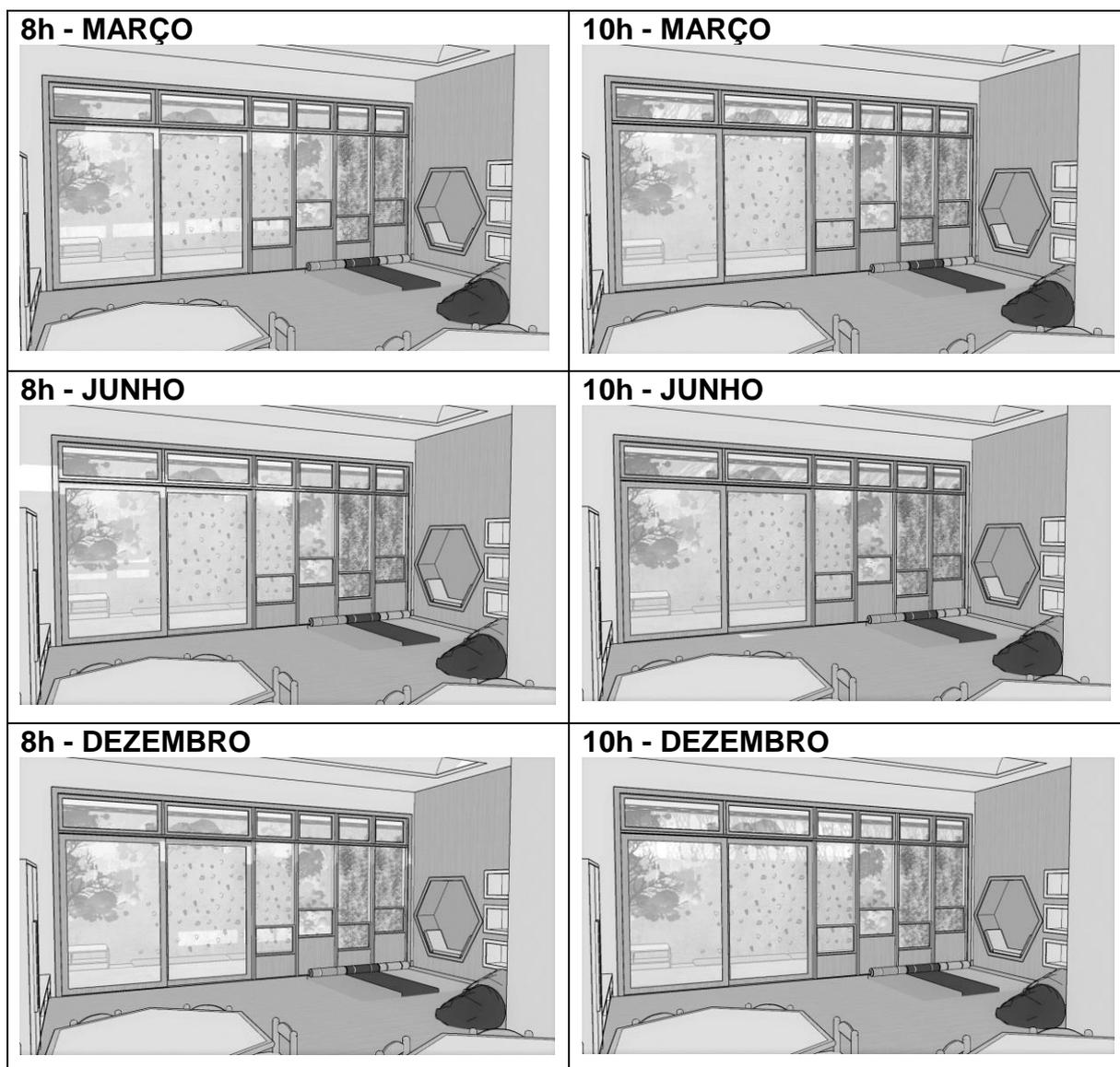


Figura 79 - Resultado da Penetração Solar às 8h nos dias 21/03, 21/06 e 21/12
 Fonte: a autora

Pela claraboia da circulação não há penetração solar às 8h, nos meses de março, junho e dezembro. A incidência solar é percebida nesses meses através dos desenhos de luz e sombra, feitos pelo rebaixamento em treliça de madeira, que se movimenta a partir de 10h, horário em que incide na parte superior do muro da divisa, chegando até o meio da circulação às 13h (Figura 80). Às 16h, o ângulo de incidência solar é baixo e deixa de existir penetração solar na circulação.

PENETRAÇÃO SOLAR NA CIRCULAÇÃO

DATA: 21 DE MARÇO

10h



13h



DATA: 21 DE JUNHO

10h



13h



DATA: 21 DE DEZEMBRO

10h



13h



Figura 80 - Resultado da Penetração Solar na circulação às 10h e 13h nos dias 21/03, 21/06 e 21/12

Fonte: a autora

8.2.2.2 Resultado da Iluminância

A análise da iluminância no o Arranjo 1B será feita para a Circulação (CI), Área Livre (AL) e Lugar de Leitura (LL). A Área Pedagógica (AP) recebe uma influência maior das aberturas P2 e J1 do que da claraboia e do shed, portanto, esta análise já aconteceu no Arranjo 1A.

De acordo com a proposta do projeto, a média da iluminância para Circulação (CI) e Área Livre (AL) deve ficar acima dos 200lux, como exigido pela norma (NBR ISO 8995-1, 2013NBR), para sala comum de estudantes / local de reunião. Essa é o uso pretendido para essas áreas, que devem se tornar locais de encontro dos estudantes e brincadeiras, contribuindo com a dinâmica de ensino.

O resultado da iluminância para as 8h nos meses de março e dezembro, apresentou uma distribuição uniforme das iluminâncias em decorrência das aberturas zenitais. A média ficou acima de 240lux na circulação e em torno de 200lux na Área Livre (AL) e Lugar de leitura (LL). No mês de junho, a média das iluminâncias foram mais baixas, sendo necessário o acionamento da iluminação artificial, no início da manhã (Figura 81).

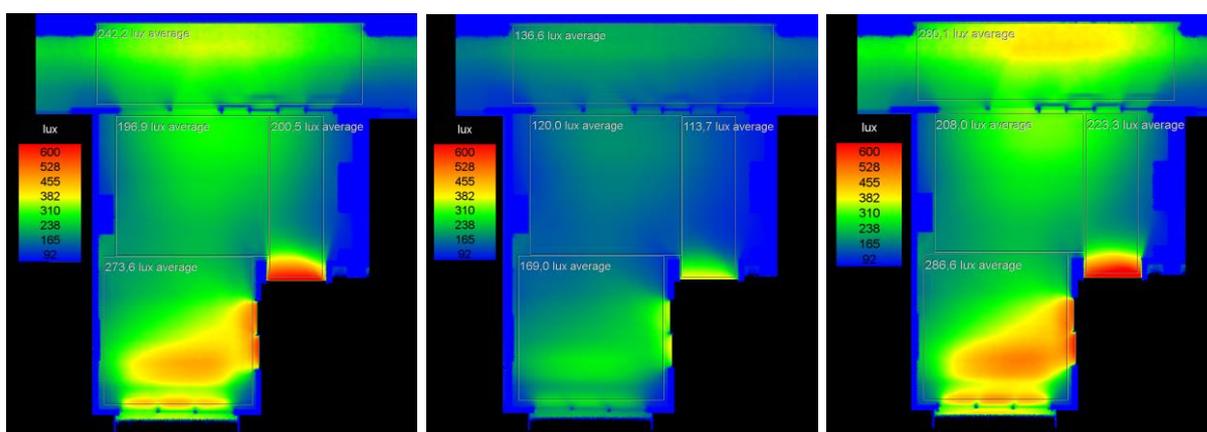


Figura 81 - Resultado da Iluminância às 8h nos dias 21/03, 21/06 e 21/12
Fonte: a autora

Às 10h nos meses de março e dezembro, a média das iluminancias na circulação está um pouco acima dos 400lux e na Área Livre (AL) e Lugar de Leitura (LL) em torno dos 300lux (Figura 82). Esse aumento da iluminancia na circulação se dá, por ser esse o horário em que o ângulo de incidencia solar aumenta e se inicia a penetração solar sobre a parte superior do muro de divisa.

O aumento de iluminancia às 10h no interior da sala de atividades, acontece por uma maior exposição da abertura do shed à luz solar, porém sem haver penetração solar, o que garante uma maior iluminação sem ganho de calor.

O mês de junho apresenta uma média mais baixa, no entanto dentro da exigência da norma (NBR ISO 8995-1, 2013NBR) para o tipo de utilização pretendida para essas áreas.

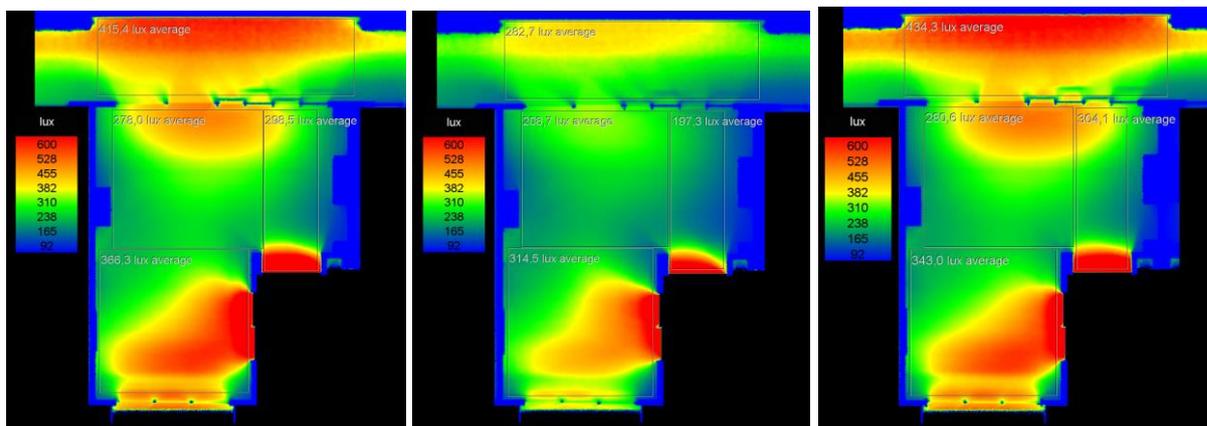


Figura 82 - Resultado da Iluminância às 10h nos dias 21/03, 21/06 e 21/12

Fonte: a autora

Às 13h nos meses de março e dezembro, há uma grande diferença entre a média das iluminâncias na circulação, que fica próxima dos 500lux e da área interna da sala de atividades, que ficam próximas dos 220lux (Figura 83). Nesse horário, o sol está contrário a abertura do shed da sala de atividades, que recebe somente a luz do zênite. Contudo, os valores de iluminância ainda atendem aos 200lux pretendidos para essas áreas.

No mês de junho a iluminância diminui na Área Livre (AL) e no Lugar de Leitura (LL), ficando um pouco abaixo dos 200lux, portanto, durante algumas atividades será necessário o uso de luz artificial complementar.

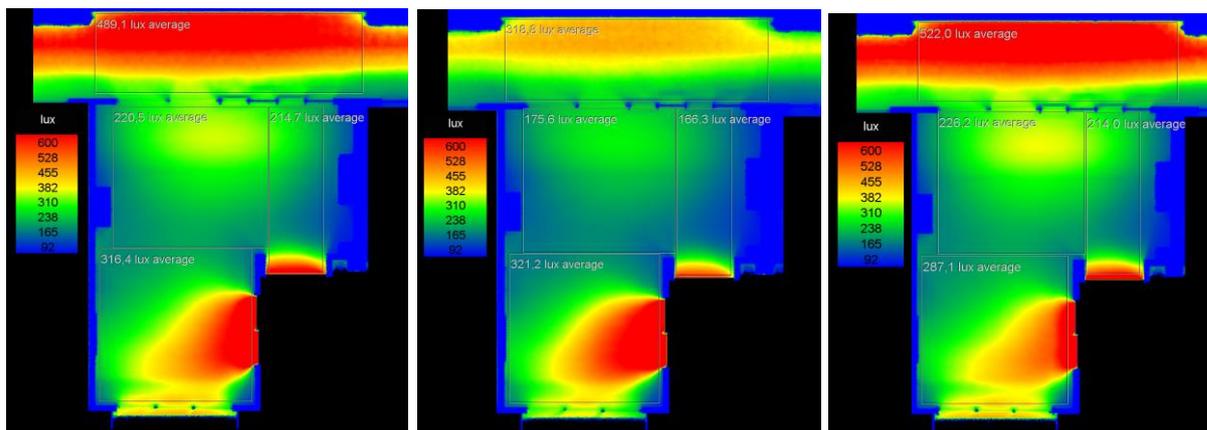


Figura 83 - Resultado da Iluminância às 13h nos dias 21/03, 21/06 e 21/12

Fonte: a autora

Às 16h, somente a circulação nos meses de março e dezembro não precisam de acionar a luz artificial. Todos os espaços internos da sala de atividades necessitaram de luz artificial a partir de 16h (Figura 84).

É interessante observar a interferência da circulação na iluminância da sala de atividades. No Arranjo 1A, com circulação aberta para o pátio, apesar da Área Pedagógica (AP) ter influência direta das aberturas que dão para o exterior, sua iluminância ficou maior em relação ao Arranjo 1B, pois as aberturas voltadas para a fachada oeste contribuíram para o aumento da iluminância dessa área (Figura 65). No Arranjo 1B, às 16h, a claraboia da circulação não colaborou com a iluminação da sala de atividades.

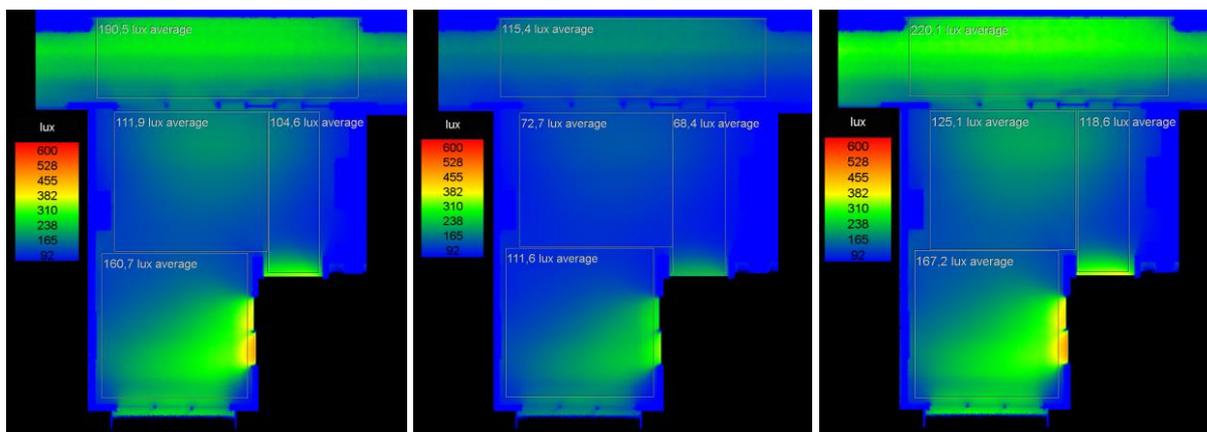


Figura 84 - Resultado da Iluminância às 16h nos dias 21/03, 21/06 e 21/12

Fonte: a autora

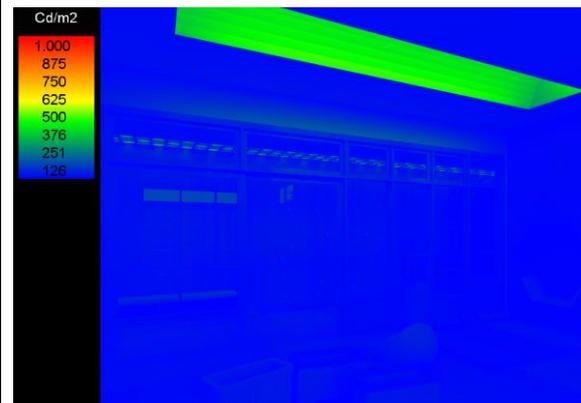
8.2.2.3 Resultado da Luminância

A luminância nas aberturas zenitais da sala de atividades e circulação não ultrapassam as 500 cd/m², em todos os meses e horários simulados (Figura 85). Por causa do formato do shed, em relação à altura da abertura e do beiral de 50cm, não se tem ângulo para uma visão da abóbada celeste, o que colabora com a baixa luminância. O material de revestimento interno do shed é branco para uma maior reflexão da luz.

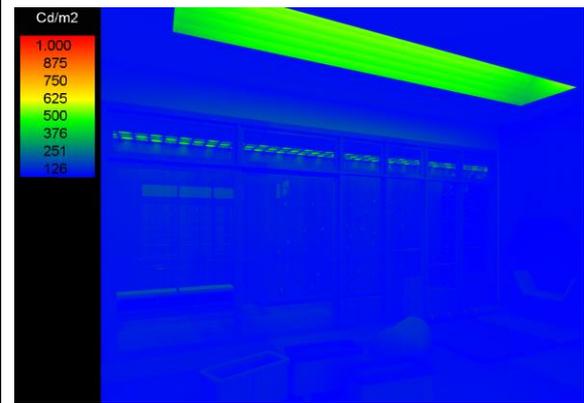
Na circulação, a visão direta da abóbada celeste através da claraboia, foi amenizada pela treliça de madeira. A posição dessa abertura (lateral da circulação) e a altura entre a treliça de madeira e o vidro (formando um duto), também dificultam a visão direta do céu. Dessa forma, a luminância por essa abertura também se situa abaixo das 500 cd/m², não sendo ofuscante.

LUMINÂNCIA**DATA: 21 DE MARÇO**

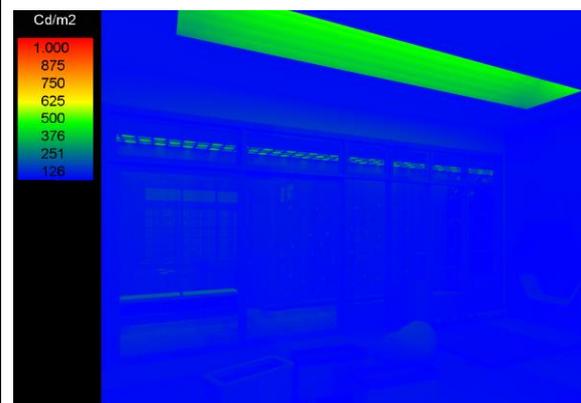
8h



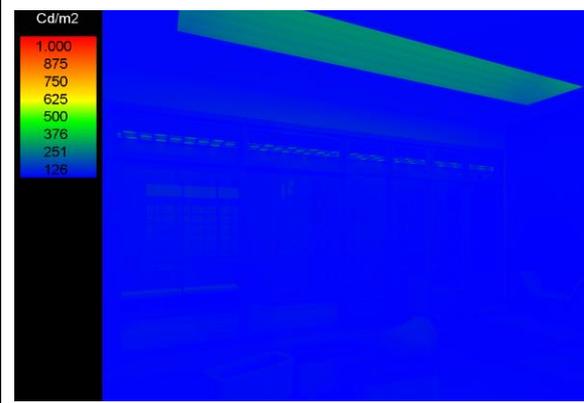
10h



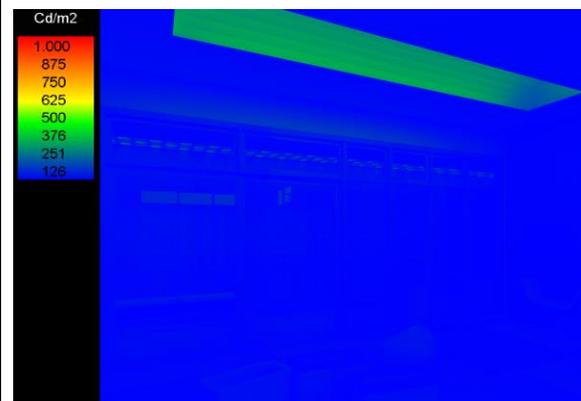
13h



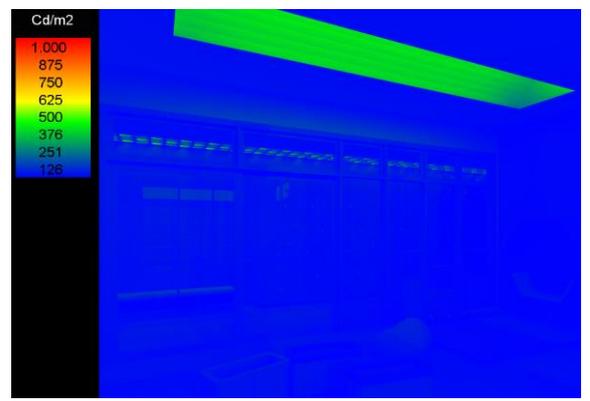
16h

**DATA: 21 DE JUNHO**

8h



10h



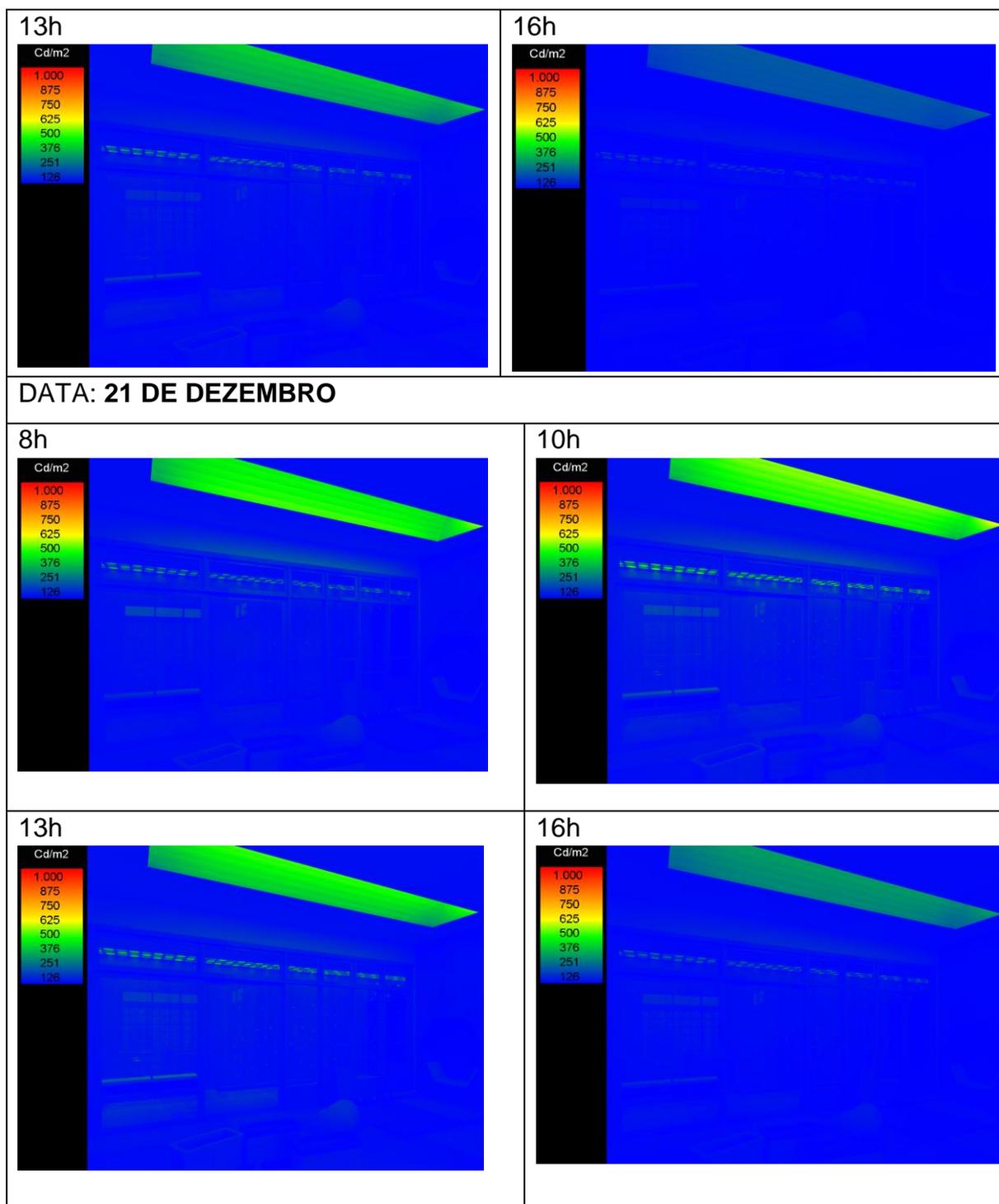


Figura 85 - Resulta da luminância às 8h, 10h, 13h e 16h, nos dias 21/03, 21/06 e 21/12

Fonte: a autora

8.2.2.4 Resultado do Daylight Factor

Na circulação sob a claraboia, o DF é de 6% e cai gradativamente ao se aproximar do conjunto de esquadrias da entrada da sala de atividades. Nesse local, o DF passa para 3% e continua com o mesmo valor sob o shed, contribuindo com as

iluminâncias da Área Livre e do Lugar de Leitura, que tem DF acima de 3% próximo das aberturas e na parte central entre 1% e 2% (Figura 86).

Em aproximadamente 80% da área da sala de atividades o DF ficou acima de 3%. Somente na área central da sala e próximo às paredes laterais, o DF fica entre 1% e 2%. Na área pedagógica (AP) o DF fica acima de 3% em toda a sua extensão, e no local onde estão as mesas de trabalho fica acima de 4%. Não é necessário o acionamento da iluminação artificial em grande parte do dia.

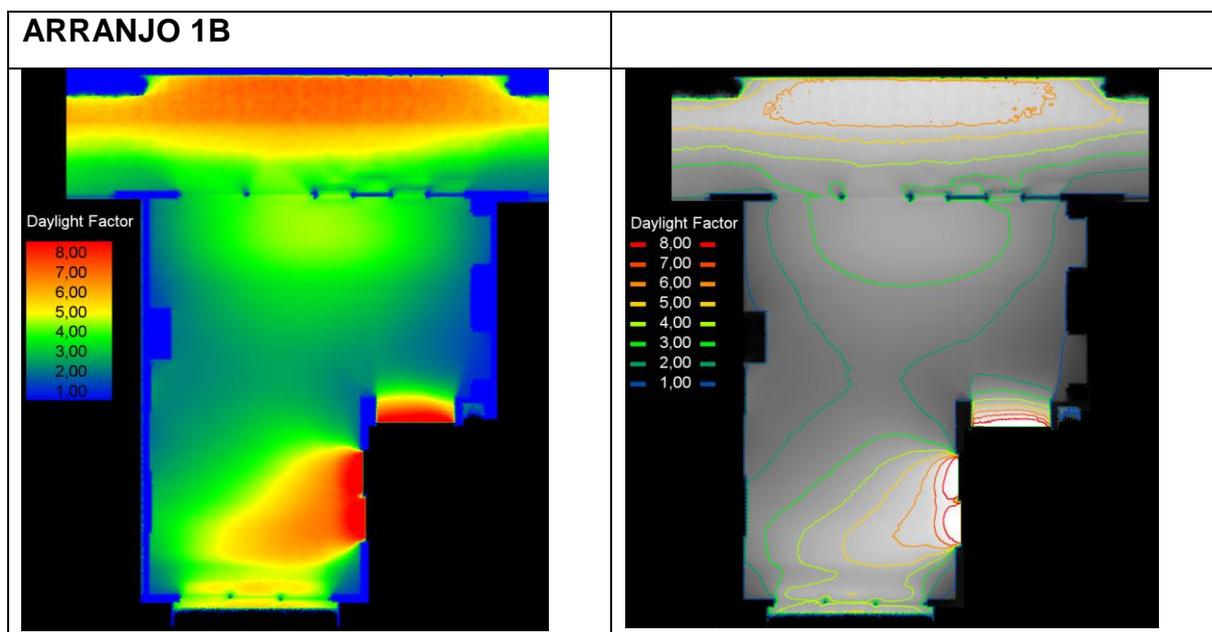


Figura 86 - Resultado do Daylight Factor no Arranjo 1B

Fonte: a autora

No Arranjo 1B, pela fachada oeste, não se tem visão para o exterior, porém a luz natural foi inserida pelas aberturas da claraboia e do shed, que além de funcionarem como uma grande luminária também proporcionam ao ambiente interno características de ambiente externo (Figura 87). Dessa forma, o sentimento de claustrofobia e monotonia de um corredor fechado é substituído por uma proposta de local para brincar e usufruir da luz natural.

As simulações sobre a iluminação natural através das aberturas zenitais permitiram uma percepção das muitas possibilidades que se tem nas soluções de projeto no aproveitamento e otimização da luz solar no interior da edificação.



Figura 87 - Sala de Atividades e circulação com aberturas zenitais
Fonte: a autora

9. CONCLUSÃO

As considerações desenvolvidas ao longo deste trabalho enfatizam a importância de uma abordagem mais humana na concepção de uma arquitetura escolar. O estudo da luz natural foi o ponto de partida, por ser elemento importante para a qualidade do espaço e ter um forte componente poético e simbólico, ultrapassando o simples fenômeno físico.

Luz e arquitetura estão intimamente ligados. O entendimento de seus aspectos técnicos e poéticos são fundamentais e devem conduzir o arquiteto durante o processo de projeto. A luz é imprescindível para percebermos as qualidades sensoriais do espaço, pois revela suas cores, formas e texturas, nos possibilitando ter experiências memoráveis em arquitetura.

São muitos os efeitos da luz no espaço. As interferências feitas no envoltório como o tipo e o tamanho das aberturas e dos elementos sombreadores serão decisivos na forma como a luz entra no ambiente. Podemos ter interessantes efeitos de luz e sombra, bem como conectar ou separar o interior do exterior, diferenciar os ambientes e proporcionar vistas externas.

A luz como elemento dotado de significado e pelo seus efeitos no espaço intensifica a relação homem-ambiente, reforçando o caráter do espaço e a apropriação pelas pessoas, promovendo a sensação de bem-estar e conforto.

Na arquitetura escolar, a luz pode ser utilizada como elemento gerador de valor ao ambiente construído. A escola, lugar onde passamos a maior parte de nossa infância e juventude, deve ser um espaço convidativo, acolhedor, alegre e favorável à aprendizagem.

A interação da criança com o meio e as relações aí estabelecidas podem influenciar o processo de aprendizado e desenvolvimento. O espaço escolar é considerado por autores que estudam o tema como elemento pedagógico, pois transmite grande quantidade de estímulos e conteúdos, relevantes na construção do conhecimento.

A relação espaço, eventos e comportamento é explorada por Christopher Alexander em sua teoria "A linguagem dos padrões", centro de investigação deste trabalho. Para Alexander, a compreensão da relação homem-ambiente colabora com projetos mais humanizados, nos quais a arquitetura transcende a técnica.

Os padrões investigados por Alexander referem-se a relações que acontecem no tempo e no espaço. Esses elementos, organizados em estruturas análogas com os elementos de linguagem, são ferramentas para construir incontáveis possibilidades de uma linguagem projetual que surge da observação de cenas cotidianas de lugares comuns.

A partir do trabalho de Alexander, selecionamos padrões relacionados ao tema luz natural dentre os diversos padrões levantados originalmente pelo autor e equipe em 1977. A realização das etapas propostas possibilitou o cumprimento dos objetivos traçados para essa pesquisa e foram: elaboração de uma tabela onde correlacionou-se os padrões de luz de Alexander e as recomendações projetuais a partir dos documentos Parâmetros Nacionais de Infra-estrutura para as Instituições de Educação Infantil (2006) e Manual de Orientação para Elaboração de Projeto de Construção de Centros de Educação Infantil (2009); pesquisa de campo; ensaios projetuais; e simulação computacional.

A elaboração da tabela de correlação foi necessária para estruturarmos os dados referentes aos padrões de Alexander que tratam da qualidade da luz natural e as instruções para concepção de projetos de unidades de educação infantil. Essa tabela foi importante tanto para a pesquisa de campo, norteando as observações realizadas na Creche Jeito de Ser, quanto para os ensaios projetuais.

Nas visitas à Creche Jeito de Ser, tivemos a oportunidade de observar as interações entre as crianças e entre elas e os espaços, nos diversos horários e atividades desenvolvidas pelo grupo 5. O entendimento dessas relações favoreceu a construção dos arranjos entre a sala de atividades e ambientes adjacentes, observando as relações usuário-ambiente, com espaços flexíveis e aglutinadores, tendo como fundamento a inserção dos padrões observados/construídos e dos padrões de luz elaborados por Alexander.

A pesquisa não objetivou estabelecer normas para a concepção de projetos de escolas de educação infantil. Os ensaios projetuais tiveram como finalidade exemplificar os conceitos abordados, explorar a relação luz, eventos, espaço e ambiente e possibilitar, por meio de simulações computacionais, a verificação dos critérios de iluminação natural e da qualidade ambiental.

Alguns fatores técnicos são importantes para um bom projeto de iluminação natural, quais sejam: a implantação da edificação, o desenho das aberturas, a presença de dispositivos de proteção solar e os materiais e cores dos revestimentos.

Assim, após a inserção dos padrões de luz de Alexander, esses fatores técnicos foram introduzidos e em seguida simulados para a constatação do desempenho da iluminação natural projetada.

Muitas vezes, o recurso da luz natural é pouco ou mal utilizado num país com localização privilegiada, onde há imensa disponibilidade de luz natural. Porém, iluminar não significa apenas fornecer luminosidade adequada para cada ambiente ou tarefa. Iluminar significa expressar os valores simbólicos inerentes ao projeto, possibilitando, com isso, a qualificação do espaço. A luz, configurada nos espaços interiores pelo seu valor poético e plástico, permite à criança perceber e experimentar com maior intensidade os ambientes escolares. A partir da luz é possível tornar os lugares mais receptivos com os quais as crianças se sintam em perfeita harmonia. A arquitetura escolar influencia a satisfação da criança e a construção do conhecimento.

Os ensaios realizados nessa pesquisa demonstram que a utilização da linguagem dos padrões auxilia na construção de soluções projetuais para iluminação natural, elemento a ser considerado como gerador de valor para espaços educacionais, comprovando a hipótese de que a teoria projetual de Christopher Alexander colabora para a compreensão da relação espaço x evento, e o entendimento dessa relação é fundamental para projetos de sistemas de luz natural que considerem a qualidade espacial em ambientes escolares.

Esses conceitos podem ser úteis quando pretende-se projetar escolas com soluções que enfatizem uma interação positiva entre a arquitetura e o homem. Sobretudo quando o corpo humano e os sentidos assumam o papel central ao se projetar, tendo a técnica como suporte, para, assim, produzir uma arquitetura holística.

10. REFERÊNCIAS

ALEXANDER, C., et all. **Uma Linguagem dos Padrões**. A pattern language. Porto Alegre: Bookman, 2013.

ALEXANDER, C. **El modo intemporal de construir**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1981.

ANDRADE, L. M. V. **Construção e Abertura**: diálogos Christopher Alexander – Jean Piaget. 2011. 402p. Tese de Doutorado em Planejamento Urbano e Regional – Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional, Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISSO/CIE 8995-1** – Iluminação de Ambientes de Trabalho. Rio de Janeiro, 2013.

AGUIAR, D. V. Espaço, corpo e movimento: notas sobre a pesquisa da espacialidade na arquitetura. **Lume UFRGS**, n. 08, p. 74-95, Arqtexto, 2006. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/22238>>. Acesso em: 06 jun. 2017.

AZEVEDO, G. A. N. **Arquitetura escolar e educação**: um modelo conceitual de abordagem interacionista. 2002. Tese (Doutorado). Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2002.

BACHELARD, G. **A Poética do Espaço**. São Paulo: Martins Fontes, 1993.

BAEZA, A. C. **A ideia construída**. Tradução por Anabela Costa e Silva. Portugal: Caleidoscópio, 2013.

BAKER, N. V.; FANCHIOTTI, A.; STEEMERS K. A. **Daylighting in architecture** – a European reference book. Commission of the European Communities. London: James & James Ltd, 1993.

BARBOSA, C. V. T. **Percepção da iluminação no espaço da arquitetura**: preferências humanas em ambientes de trabalho. 2010. 238p. Tese de doutorado em Arquitetura e Urbanismo - Programa de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

BARNABÉ, P. M. **A Poética da Luz Natural na Obra de Oscar Niemeyer** Semina: Ciências Humanas e Sociais, Londrina, v. 23, p. 3-14, set. 2002

_____. **A Poética da Luz Natural na Obra de Oscar Niemeyer**. Londrina: EDUEL, 2008.

BARROS, R.; KOWALTOWSKI, D. Do projeto urbano ao detalhe construtivo. **Arquitextos**, São Paulo, ano 12, n. 137.01, Vitruvius, maio 2013. Disponível em:

<<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/resenhasonline/12.137/4734>>. Acessado em: 06 jun. 2017.

BITTENCOURT, L. **Uso das cartas solares** - diretrizes para arquitetos. Maceió: EDUFAL, 2000.

BOYCE, P. R. **Human factors in lighting**. Taylor & Francis. Londres. 2003.

BOYCE, P.; HUNTER, C.; HOWLETT, O. **The Benefits of Daylight through Windows**. Lighting Research Center, 2003. Disponível em: <<http://thedaylightsite.com/wp-content/uploads/papers/DaylightBenefits.pdf>>. Acessado em: 14 mar. 2018.

BRANDÃO, O. C. S. **Sobre Fazer Projeto e Aprender a Fazer Projeto**. 2008. Tese de Doutorado em Arquitetura – Curso de Doutorado, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

BRASIL, CNE/CEB, Plano Nacional de Educação (PNE). Lei Federal nº 10.172, de 9/01/2001.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Básicos de Infra-Estrutura para instituições de Educação Infantil**. Brasília / DF, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. Fundo Nacional de desenvolvimento da Educação (FNDE). **Manual Técnico de Arquitetura e Engenharia: orientação para elaboração de projetos de construção de centros de educação infantil**. Brasília: MEC/FNDE, 2009.

BRASIL. Ministério da Educação. Fundo Nacional de desenvolvimento da Educação (FNDE). **Projetos Arquitetônicos para Construção**. Brasília / DF, 2017. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/programas/proinfancia/eixos-de-atuacao/projetos-arquitetonicos-para-construcao>>. Acessado em: 12 maio 2018

CASTILHO, C. S. **O espaço escolar como mediador simbólico: cultura, experiência e sentidos**. 2014. 345p. Tese de doutorado – Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação na Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

CAVALCANTE, S.; ELALI, G. (organizadoras) **Temas Básicos em Psicologia Ambiental**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

CORBELLA, O.; YANNAS, S. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos** – conforto ambiental. Rio de Janeiro: Editora Revan, 2003.

COSTI, M. **A influência da luz e da cor em salas de espera e corredores hospitalares**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2002.

DELIBERADOR, M. S. **Parâmetros da arquitetura escolar e o jogo de cartas como ferramenta de apoio ao desenvolvimento do programa arquitetônico**. 2016. Tese

de Doutorado - Faculdade de Engenharia Civil e Arquitetura, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2016.

DONDIS, D. A. **SINTAXE DA LINGUAGEM VISUAL**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

DUDEK, M. **Architecture of schools: the new learning environments**. New York: Architectural Press, 2000.

_____. **Children's Spaces**. New York: Architectural Press, 2005.

ELALI, G. A. Psicologia e Arquitetura: em busca do locus interdisciplinar, **Estudos de Psicologia**, Natal, v. 2, n. 2, p. 349-362, 1997.

_____. **Ambientes para Educação Infantil: um quebra cabeças?** 2002. Tese de doutorado em estruturas Ambientais Urbanas, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

_____. O ambiente da escola: uma discussão sobre a relação escola-natureza em educação infantil. **Estudos de Psicologia**, Natal, v. 8, n. 2, p. 309-319, 2003.

EL Croquis. Tadao Ando: 1983-1993. Madrid, volume conjunto 44+58, 1999.

FARINA, M.; PEREZ, C.; BASTOS, D. **Psicodinâmica das cores em comunicação**. 5. ed. São Paulo: Edgar Blucher, 2006.

FRAGO, A. V.; ESCOLANO A. **Currículo, espaço e subjetividade: a arquitetura como programa**. 2ª ed. Tradução Alfredo Veiga Neto. Rio de Janeiro: DP&A, 2001.

FROTA, A. B. **Geometria da insolação**. São Paulo: Geros, 2004.

FCAV e CERWAY. **Guia Prático do Referencial da Qualidade Ambiental do Edifício – “Edifícios Não Residenciais”, Processo AQUA-HQE**. Versão junho 2016. São Paulo: FCAV, 2018.

FURUYAMA, M. **Tadao Ando**. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

GARCIA, P. M. **Pedagogias Invisíveis do Espaço Escolar**. 2016. 407p. Tese de doutorado Programa de Pesquisa e Pós-graduação, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

GIURGOLA, R. **Louis I. Kahn**. Barcelona: Gustavo Gili, 1980.

GOETHE, J. W. **Doutrina das Cores**. São Paulo: Nova Alexandria, 1993.

HERTZBERGER, H. **Lições de Arquitetura**. Tradução por Carlos Eduardo Lima Machado. São Paulo: Martins Fontes, 2006.

HESCHONG MAHONE GROUP. **Daylighting in Schools**: An Investigation into Relationship between Daylighting and Human Performance. Sacramento, CA: Pacific Gas and Electric Company, 1999. Disponível em: <<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED444337.pdf>>. Acessado em: 05 fev. 2018.

HOLL, S. **Cuestiones de percepción**. Tradução por Moisés Puente. Barcelona: Gustavo Gilli, 2011.

HOPKINSON, R. G.; PETHERBRIDGE, P; LONGMORE, J. **Iluminação Natural**. Fundação Caloust Gulbenkian. Lisboa, 1975.

IESNA – Illuminating Engineering Society of North America. **IES Lighting Handbook, reference and application**. 9^o edition. New York: IESNA, 2000.

KAHN, L. **Forma e designer**. Tradução por Raquel Peev. São Paulo: Martins Fontes, 2010.

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

KING I. F. Christopher Alexander and Contemporary Architecture. **A+u**, Tokyo, edição especial, ago. 1993.

LACY, M. L. **O poder das cores no equilíbrio dos ambientes**. 4. ed. São Paulo: Editora Pensamento, 2007.

LAM, W. M. C. **Sunlighting as formgiver for architecture**. New York: Van Nostrand Reinhold Company Inc., 1986.

LE CORBUSIER. **Por uma arquitetura**. São Paulo: Perspectiva, 1994.

LIMA, M. W. S. **A cidade e a criança**. São Paulo: Nobel, 1989.

MALARD, M. L. O método em arquitetura: conciliando Heidegger e Popper. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, Belo Horizonte, v. 8, n. 8, p. 128-154, 2001.

MARDALJEVIC, J.; ANDERSEN, M.; ROY, N.; CHRISTOFFERSEN, J. **Daylighting metrics: is there a relation between useful daylight illuminance and daylight glare probability?** First Building Simulation and Optimization Conference, Loughborough, UK, set. 2012. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/267556994_Daylighting_metrics_is_there_a_relation_between_useful_daylight_illuminance_and_daylight_glare_probability>. Acessado em: 05 set. 2018.

MASCARÓ, L. Iluminação e arquitetura: sua evolução através do tempo. **Arquitextos**, São Paulo, ano 06, n. 063.08, Vitruvius, set. 2005. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/06.063/438>>. Acessado em: 08 maio 2017.

MERLEAU-PONTY, M. **O olho e o espírito**. 1ª ed. Tradução Paulo Neves e Maria Ermantina Galvão Gomes Pereira. São Paulo: Cosac & Naify, 2004.

_____. **Fenomenologia da percepção**. 2ª ed. Tradução Carlos Alberto Ribeiro de Moura. São Paulo: Martins fontes, 1999.

MONTANER, J. M. **Depois do movimento moderno**. Arquitetura da segunda metade do século XX. Barcelona: Gustavo Gili, 2001.

_____. **Do diagrama às experiências, rumo a uma arquitetura de ação**. São Paulo: Gustavo Gili, 2017.

MOORE, F. **Concepts and Practice of Architectural Daylighting**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991.

MOREIRA, A. R. C. P. **Ambientes da infância e a formação do educador: arranjo espacial no berçário**. 2011. Tese de doutorado em Educação – Faculdade de Educação da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

NABIL, A.; MARDALJEVIC, J. **Useful Daylight Illuminances: A replacement for daylight factors**. Energy and Buildings 38, 2006, p. 905-913.

NAIR, P.; FIELDING, R. **The Language of School Design: Design Patterns for 21st Century Schools**. Minneapolis: Designshare, 2005.

NESBITT, K. **Uma nova agenda para a arquitetura: antologia teórica**. Tradução por Vera Pereira. São Paulo: Cosac Naify, 2006.

OLIVEIRA, A. M. S. **Desenhar a luz - a luz natural como matéria prima na composição arquitetônica**. 2009. 195p. Prova final de Licenciatura em Arquitetura. Departamento de Arquitetura da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra, 2009.

OLIVEIRA, L. M. B. **A Invenção da Luz Moderna**. 2005. 391p. Tese de doutorado em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

ORNSTEIN, S. W.; VILLA S. B. **Qualidade Ambiental na Habitação: avaliação pós-ocupação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

PALLASMAA, J. **Os olhos da pele: a arquitetura e os sentidos**. São Paulo: Bookman, 2011.

PEDROSA, I. **O universo da cor**. Rio de Janeiro: SENAC Nacional, 2008.

PEIXE, M. A.; TAVARES, S. A linguagem de padrões de Christopher Alexander. Parâmetros projetuais para a humanização do espaço construído. **Arquitextos**, São

Paulo, ano 18, n. 212.04, Vitruvius, jan. 2018. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/18.212/6866>>. Acessado em: 10 fev. 2018.

PERAZZO, L. F.; RACY, A. B. F. **Elemento da cor**. Senac, DN. Rio de Janeiro: Ed. Senac nacional, 1999.

PLUMMER, H. **La Arquitectura de La Luz Natural**. Barcelona: Blume, 2009.

QUEIROZ, M. **O Experimento com a Escola de Música da UFBA**: um processo participativo utilizando a linguagem de padrões de Christopher Alexander. Cadernos PPG-AU, Salvador, v. 3, n. 1, 2004. Disponível em <<http://www.repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/1231>>. Acessado em 14 ago. 2017.

RASMUSSEN, S. E. **Arquitetura Vivenciada**. São Paulo: Martins Fontes, 2002.

REINHART, C.F. **Effects of interior design on the daylight availability in open plan offices**. Conference Proceeding of the ACEEE Summer Study on Energy Efficient Buildings, 2002, pp.1-12.

RHEINGANTZ, P. A.; AZEVEDO, G. A.; BRASILEIRO, A.; ALCANTARA, D.; QUEIROZ, M. **Observando a Qualidade do Lugar**: procedimentos para a avaliação pós-ocupação. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Pós-Graduação em Arquitetura, 2009.

RIBEIRO, R. Arquitetura da escola deve dialogar com o projeto pedagógico. **Portal Aprendiz**, São Paulo, Aprender na Escola, out. 2011. Disponível em: <<http://portal.aprendiz.uol.com.br/arquivo/2011/10/06/arquitetura-da-escola-deve-dialogar-com-o-projeto-pedagogico-afirma-arquiteta/>>. Acessado em: 07 ago. 2017.

ROBBINS, C. L. **Daylighting: design and analysis**. Van Nostrand Reinhold Company Inc. New York, 1986.

RUCK, N. et al. **Daylighting in Buildings - A source book on daylighting systems and components**. International Energy Agency (IEA) Solar Heating and Cooling Programme, Energy Conservation in Buildings & Community Systems. Lawrence Berkeley National Laboratory. Berkeley, 2000.

SANNOFF, H. **Visual research methods in design**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991.

SANTOS, C. M. L. **Compreendendo o edifício como organismo**. Interfaces entre pensamento sistêmico, ensino de projeto e sustentabilidade. 2012. 309p. Tese de Doutorado em Ciências em Arquitetura – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

_____. **O Projeto de Iluminação para Edifícios de Escritórios:** Influência das Variáveis Arquitetônicas no Comportamento da Luz natural e Conforto Visual. 2007. 174p. Dissertação de Mestrado em Ciências em Arquitetura – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

SANTOS, E. C. **Dimensão lúdica e arquitetura:** o exemplo de uma escola de educação infantil na cidade de Uberlândia. 2011. 363p. Tese de doutorado em Projeto de Arquitetura – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

SANTOS, L. S. **Requisitos de iluminação natural nos sistemas de avaliação de edifícios e impactos energéticos em edificações comerciais no Brasil.** 2012. 120p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2012.

SENAC. DN. **Elementos da Cor.** Rio de Janeiro: Ed. Senac Nacional, 1999.

TAYLOR, A. P. **Linking Architecture and Education:** sustainable design for learning environments. New Mexico: University of New Mexico Press, 2009.

TANIZAKI, J. **Elogio da Sombra.** Lisboa: Relógio D'Água, 1999.

TUAN, YI-FU. **Espaço e Lugar:** a perspectiva da experiência. São Paulo: Difel, 1983.

VELUX Daylight Visualizer 2. **Assessment of Velux Daylight Visualizer 2 Against CIE 171:2006 Test Cases,** fev. 2009. Disponível em: <<https://velcdn.azureedge.net/~media/com/daylightvisualizercievalidationreportpdf.pdf>>. Acessado em: 20 out. 2018.

ZEVI, B. **Saber ver a arquitetura:** Martins Fontes, 2000.

ZUMTHOR, P. **Atmosferas:** entornos arquitetônicos - as coisas que nos rodeiam. Barcelona: Gustavo Gilli, 2006.

11. APÊNDICE – TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA



UNIVERSIDADE
VILA VELHA
ESPIRITO SANTO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E CIDADE

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA

Projeto: **LUZ, AMBIÊNCIA E ESPAÇOS ESCOLARES: ENSAIOS A PARTIR DA LINGUAGEM DOS PADRÕES**

Pesquisadora: Grace Rodrigues Queiroz

Orientador: Prof. Dr. Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos

Pelo presente documento, declaro ter conhecimento dos objetivos e metodologia, que serão adotados no referido estudo, pela arquiteta Grace Rodrigues Queiroz (grqueiroz@uol.com.br), CPF 904.290.287-68, mestranda no programa de pós-graduação em Arquitetura e Cidade da Universidade de Vila-Velha.

Estou informado (a), de que, se houver qualquer dúvida a respeito dos procedimentos que serão utilizados, terei total liberdade de questionar ou mesmo, me retirar da pesquisa, quando assim julgar conveniente.

O meu consentimento está fundamentado na garantia, que a instituição Centro de Educação Infantil Jeito de Ser, será respeitada em todos os sentidos, com destaque para os seguintes aspectos:

1- Todas as informações individuais, tem caráter confidencial, a apresentação de resultados em congressos e artigos científicos, utilizará somente os dados, de modo a não permitir a identificação individual dos participantes.

2- A eventual tomada de fotos é parte do processo de registro e ocorrerá com meu consentimento, não sendo permitido sua divulgação pública, com exceção da utilização em contextos estritamente acadêmicos.

3- A pesquisadora, está obrigada a fornecer, quando solicitada, as informações produzidas.

Vitória, 10 de outubro de 2018

Luciane Dalla Bernardina – CPF
Diretora do Centro de Educação Infantil Jeito de Ser
CENTRO DE EDUCAÇÃO INFANTIL JEITO DE SER LTDA.

12. ANEXO – SIMULAÇÃO DO MODELO 3

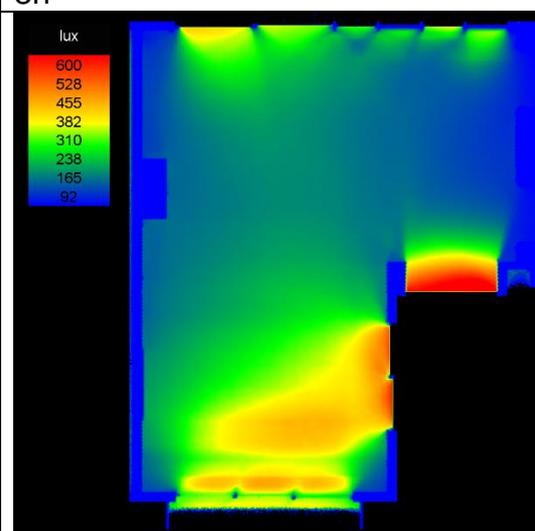
Simulações de Iluminâncias e Luminâncias realizadas no software Velux Daylight Visualizer 2, para o Modelo 3, no dia 21 de todos os meses do ano, nos horários de 8h, 10h, 13h e 16h, sob céu intermediário.

MODELO 3

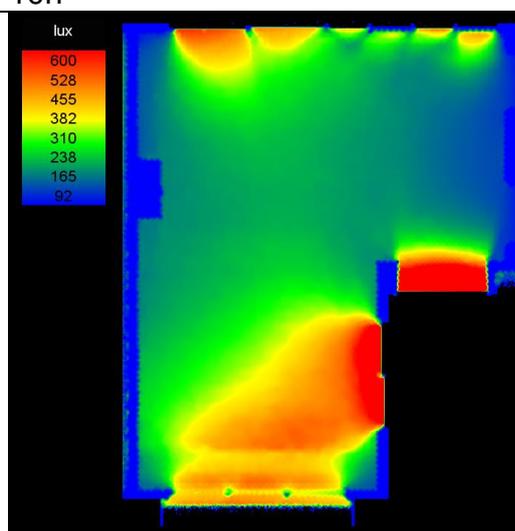
ILUMINÂNCIA ANUAL

DATA: 21 DE JANEIRO

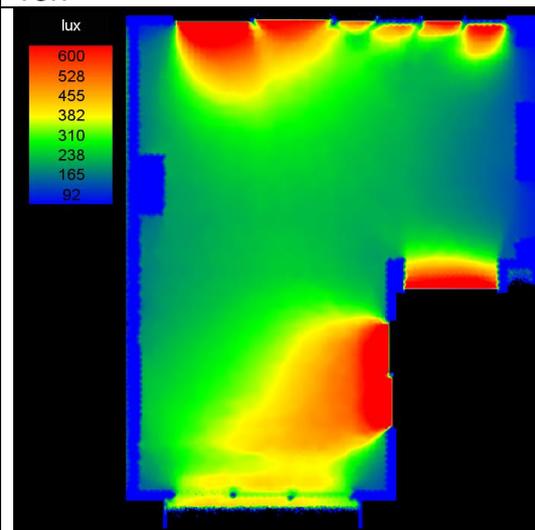
8h



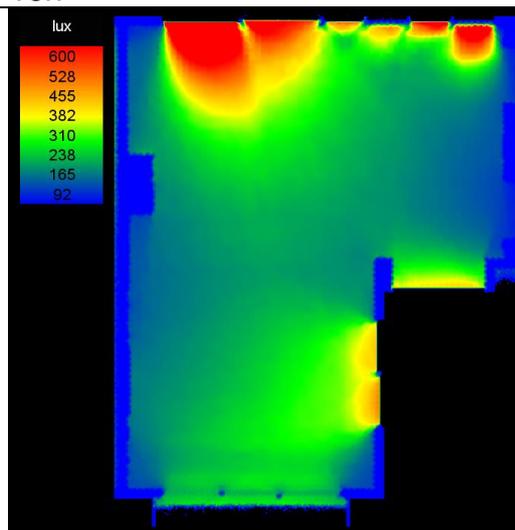
10h



13h

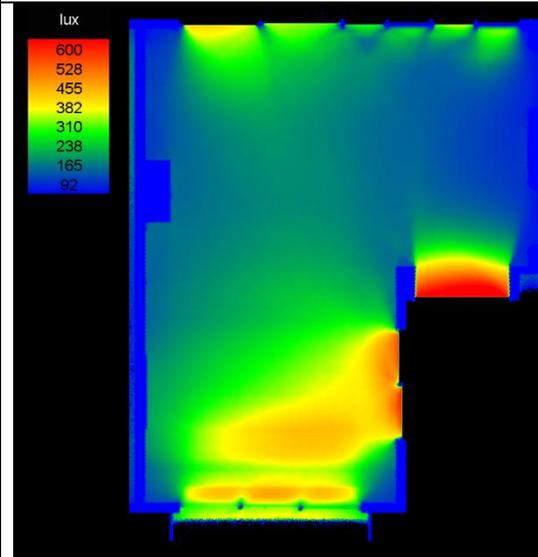


16h

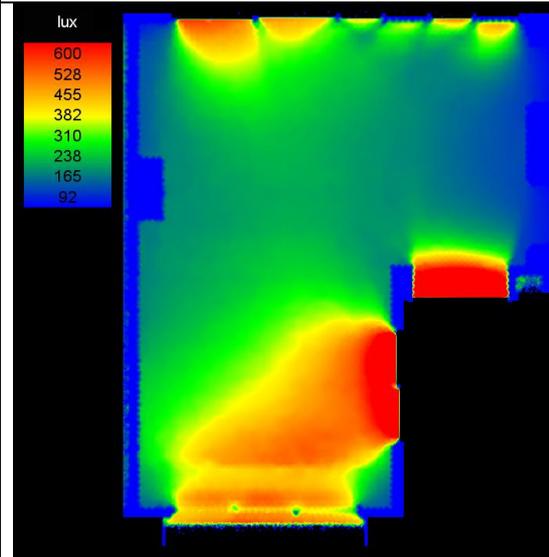


DATA: 21 DE FEVEREIRO

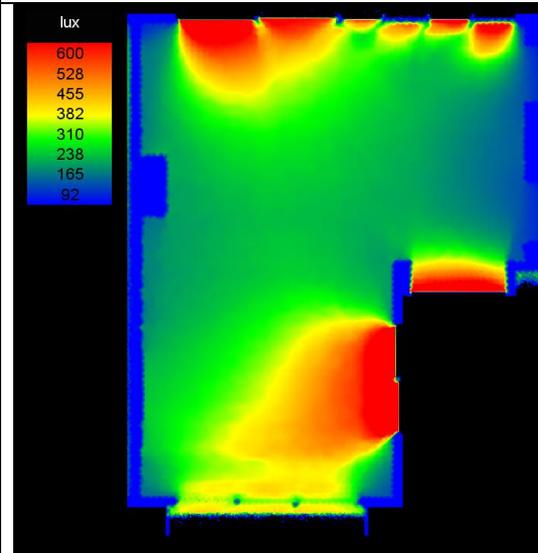
8h



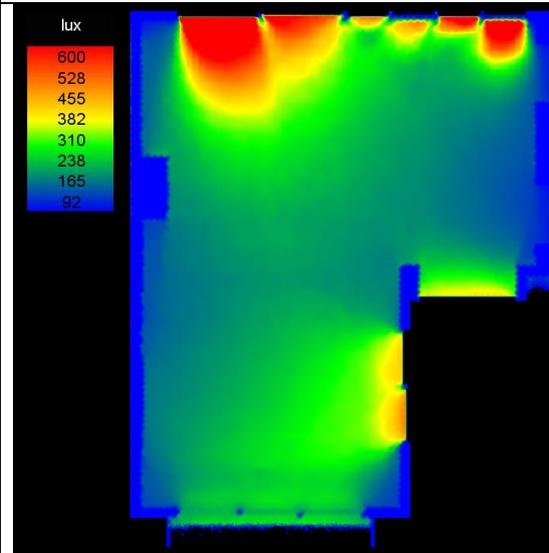
10h



13h

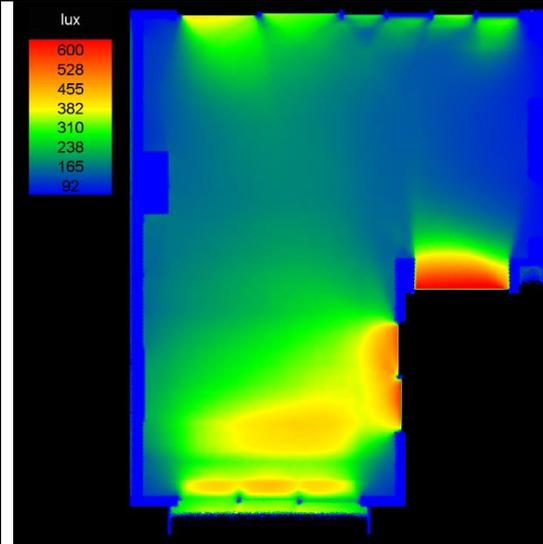


16h

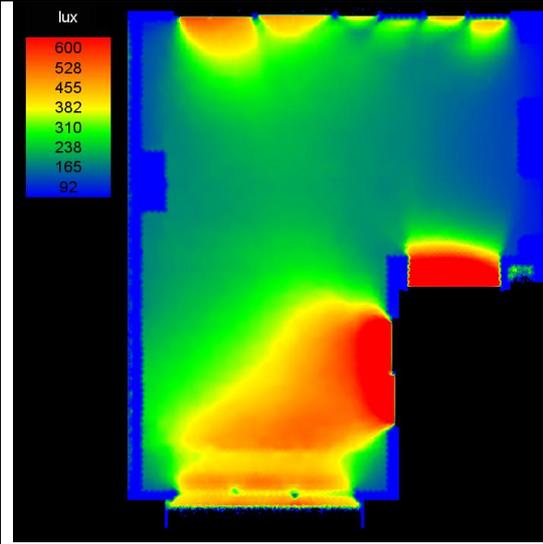


DATA: 21 DE MARÇO

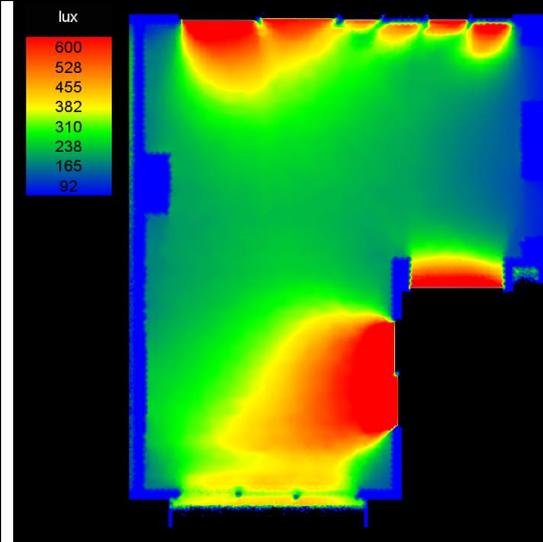
8h



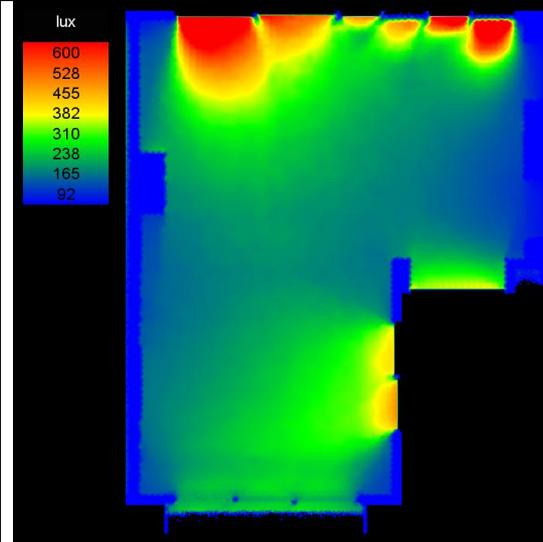
10h



13h

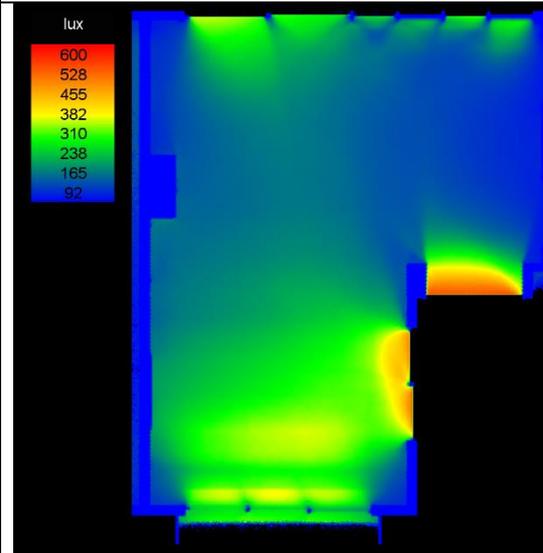


16h

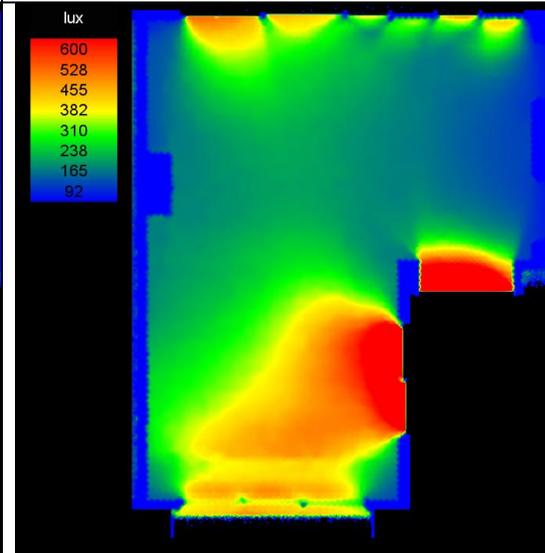


DATA: 21 DE ABRIL

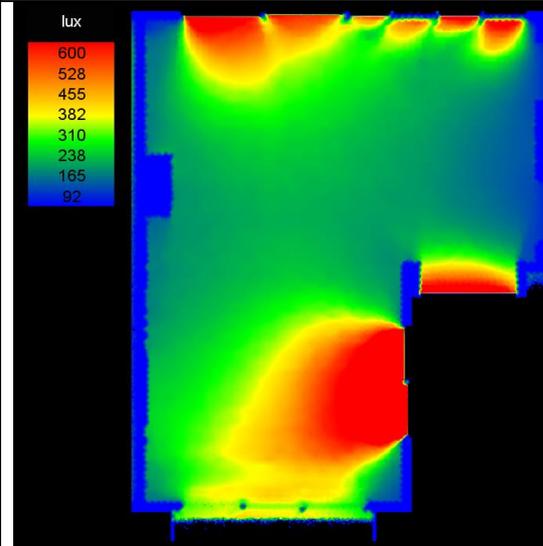
8h



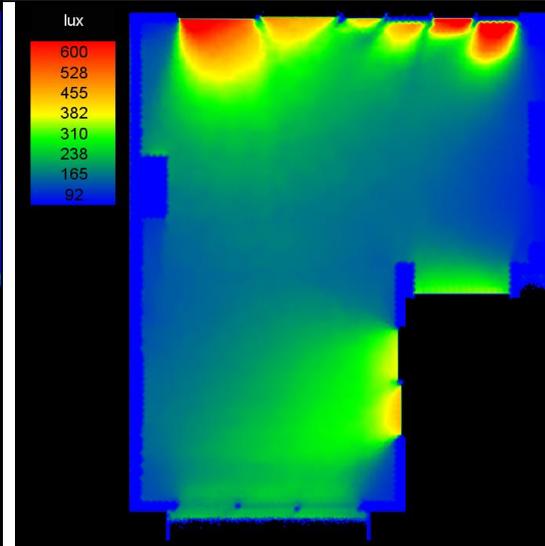
10h



13h

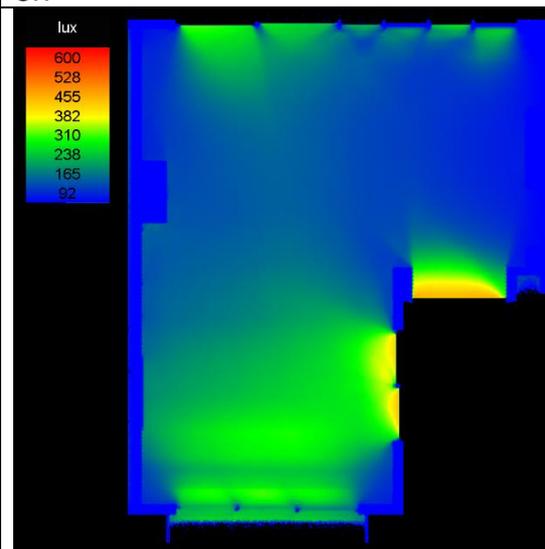


16h

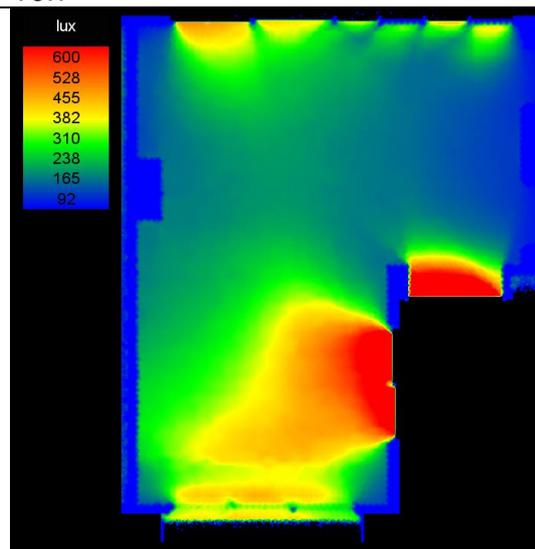


DATA: 21 DE MAIO

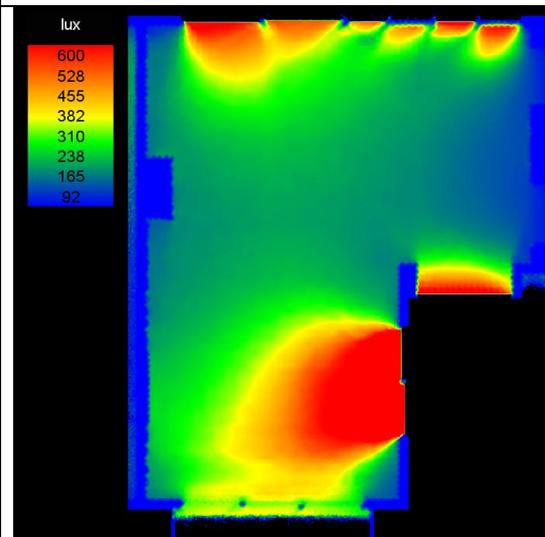
8h



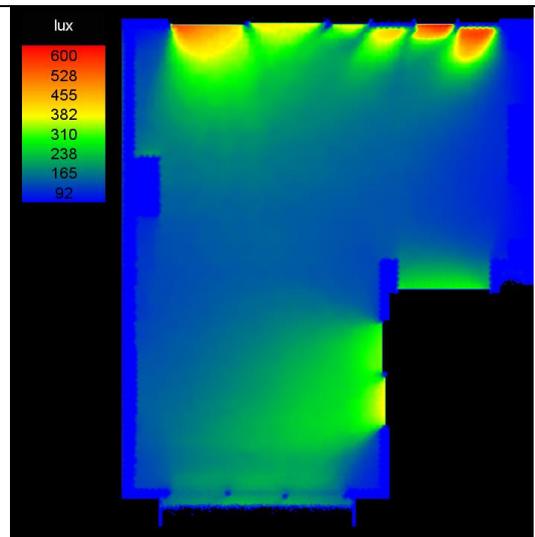
10h



13h

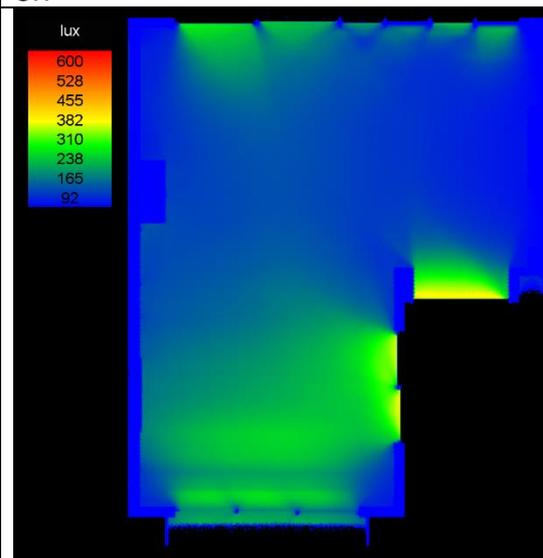


16h

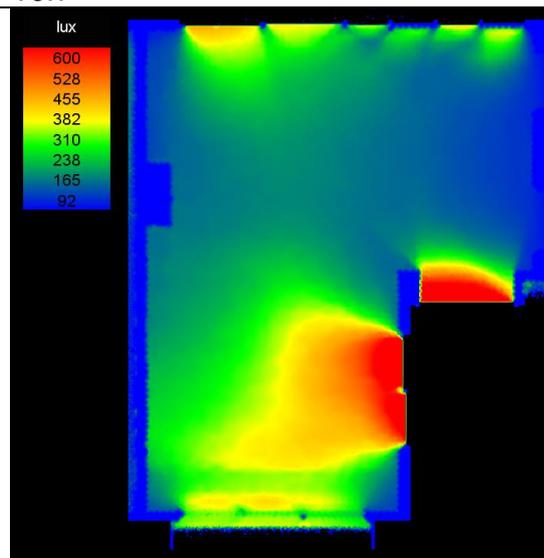


DATA: 21 DE JUNHO

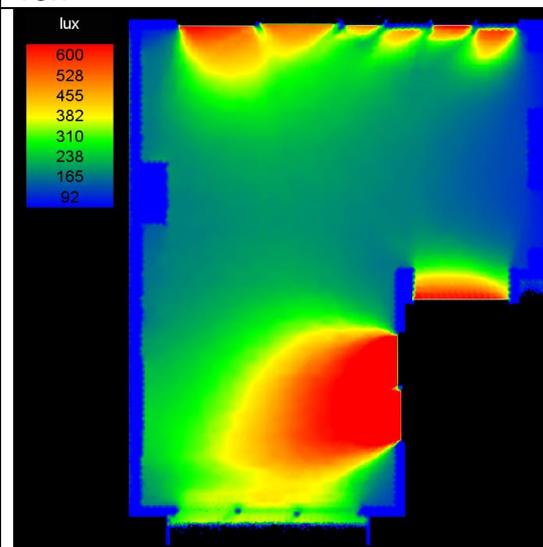
8h



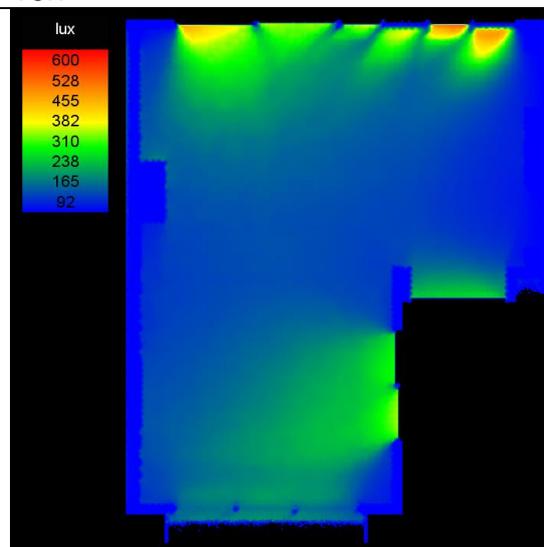
10h



13h

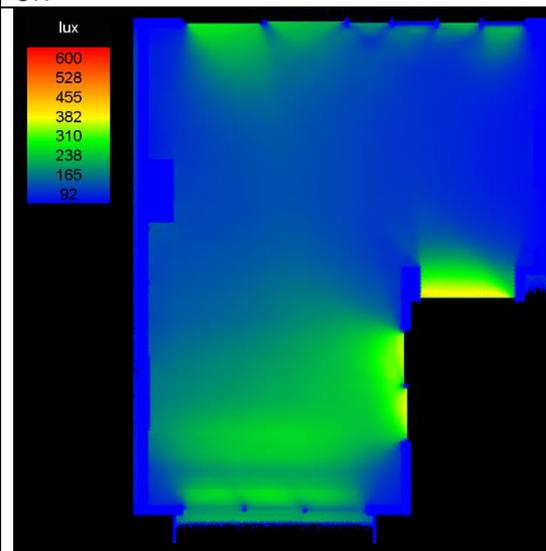


16h

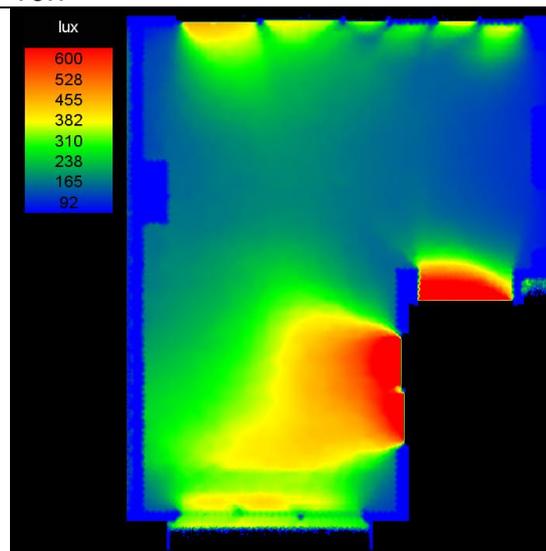


DATA: 21 DE JULHO

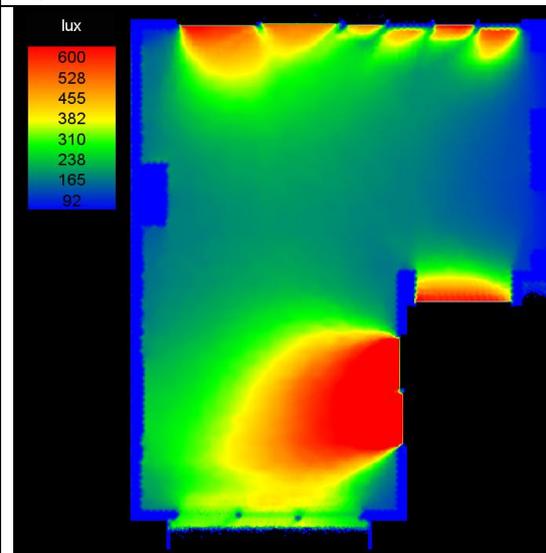
8h



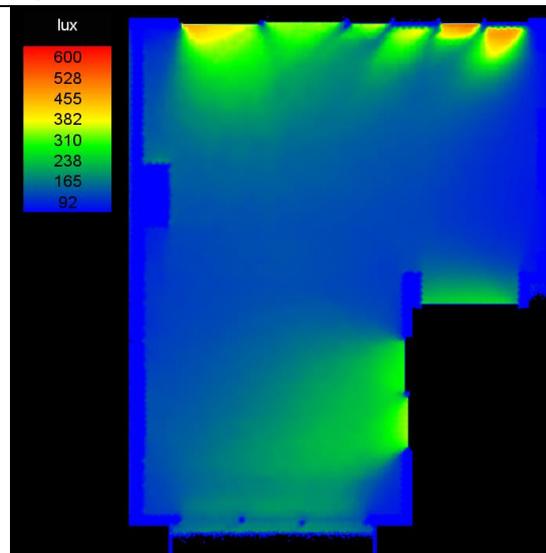
10h



13h

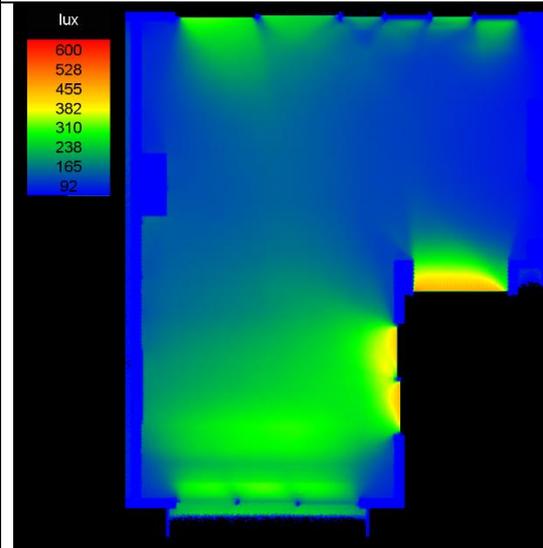


16h

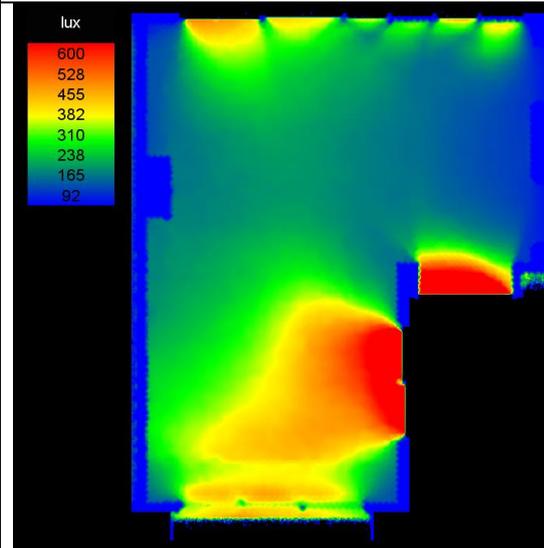


DATA: 21 DE AGOSTO

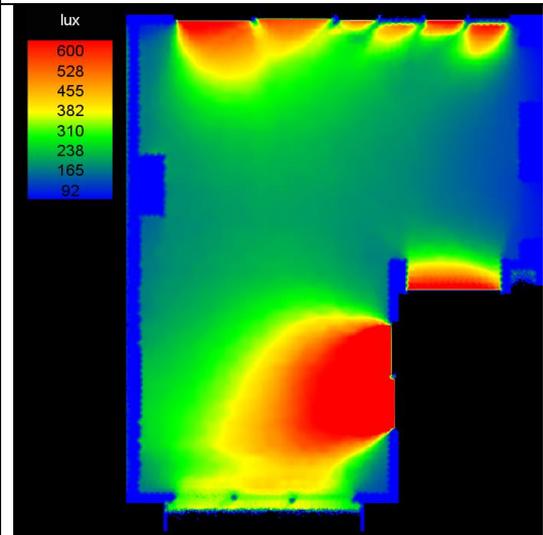
8h



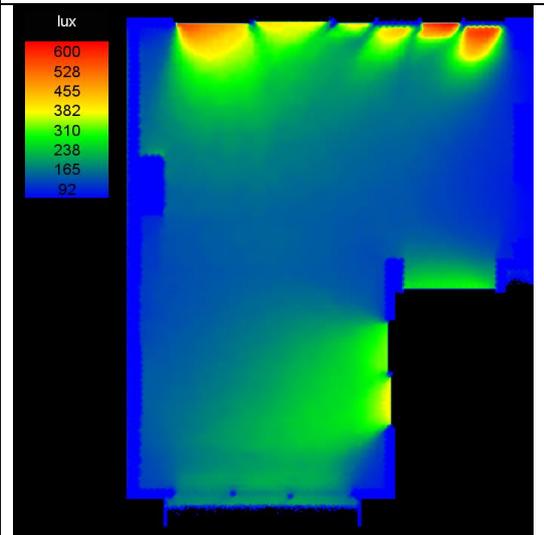
10h



13h

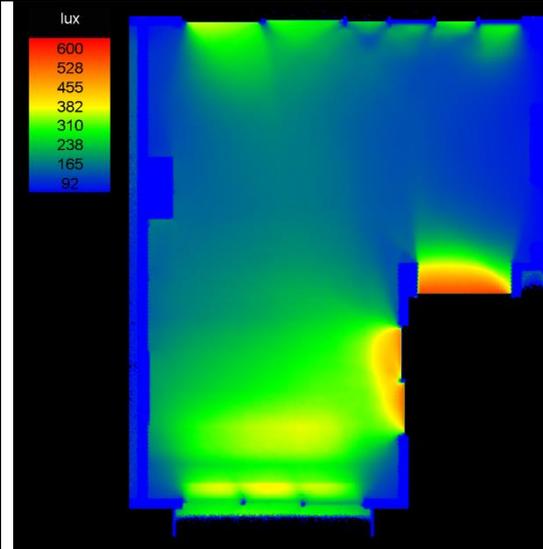


16h

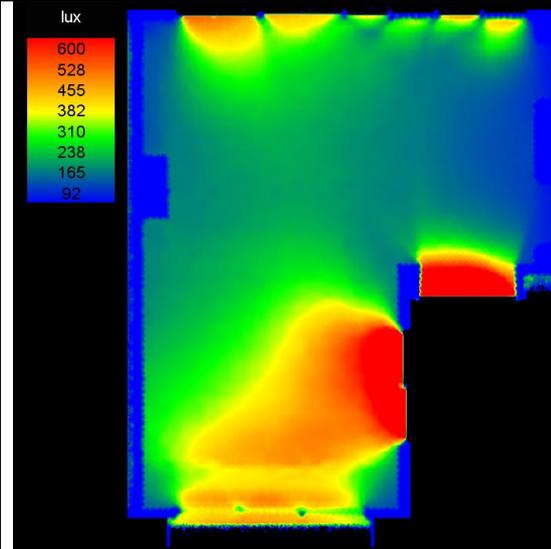


DATA: 21 DE SETEMBRO

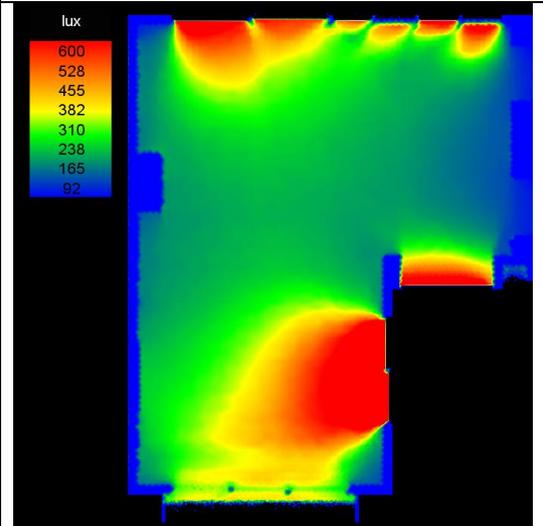
8h



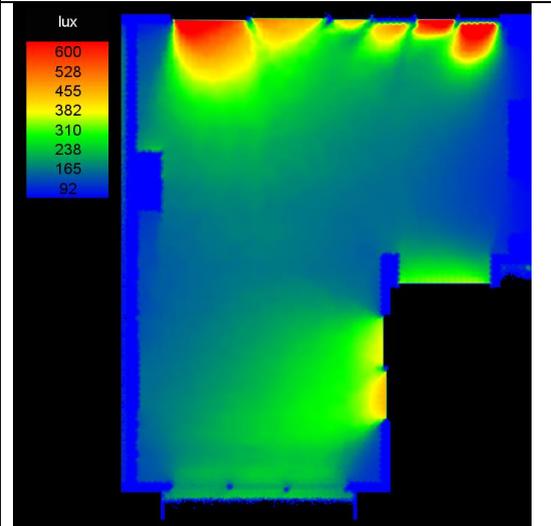
10h



13h

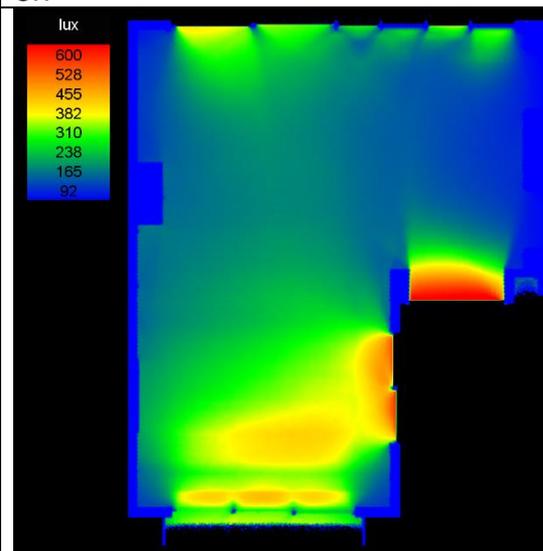


16h

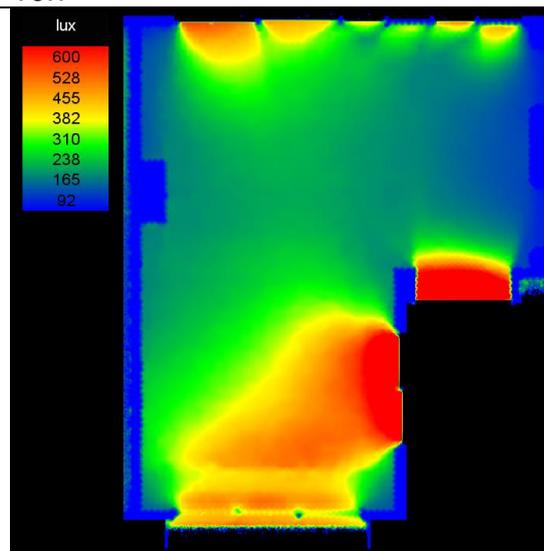


DATA: 21 DE OUTUBRO

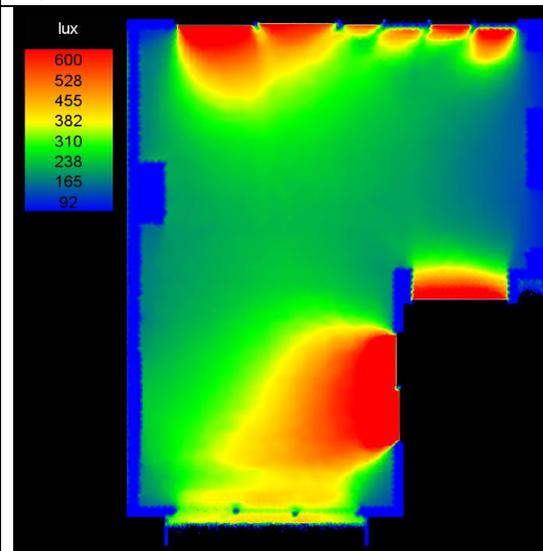
8h



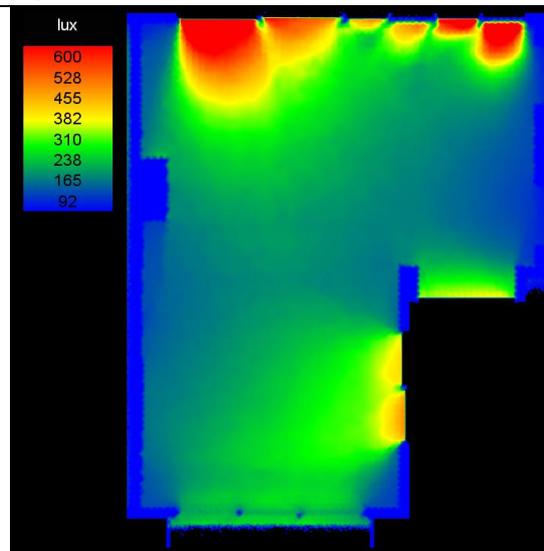
10h



13h

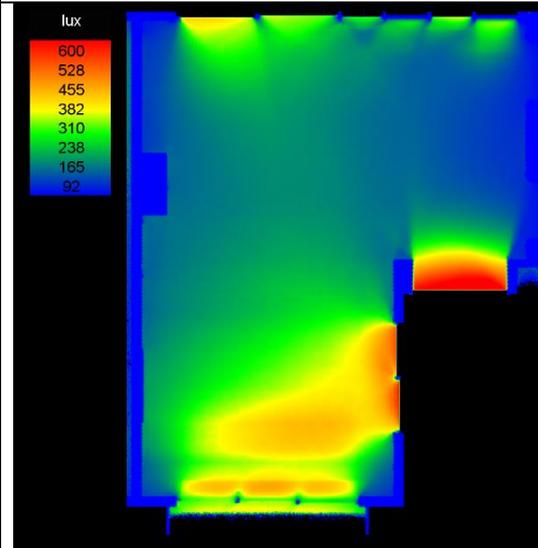


16h

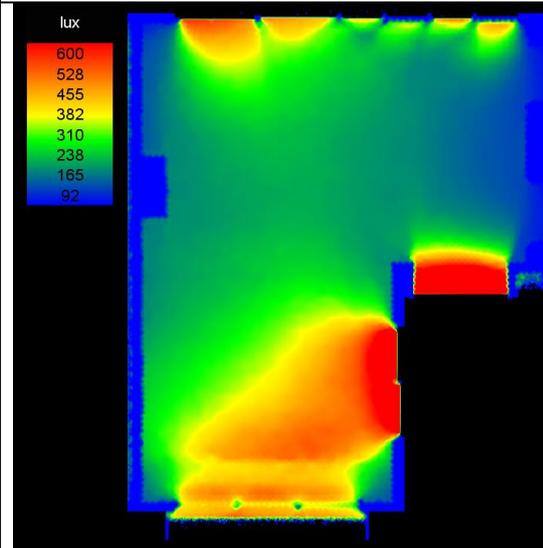


DATA: 21 DE NOVIEMBRE

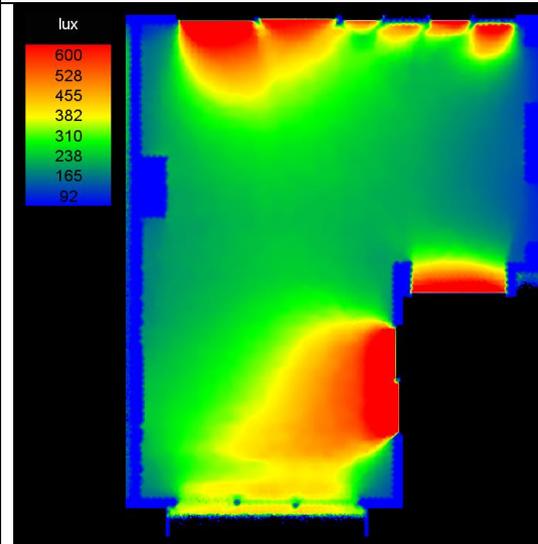
8h



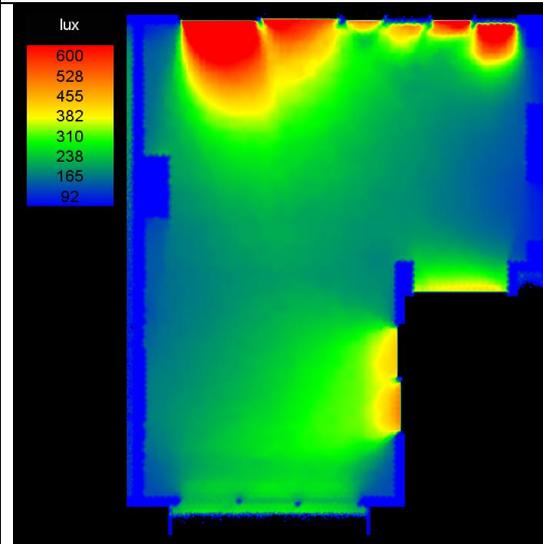
10h



13h

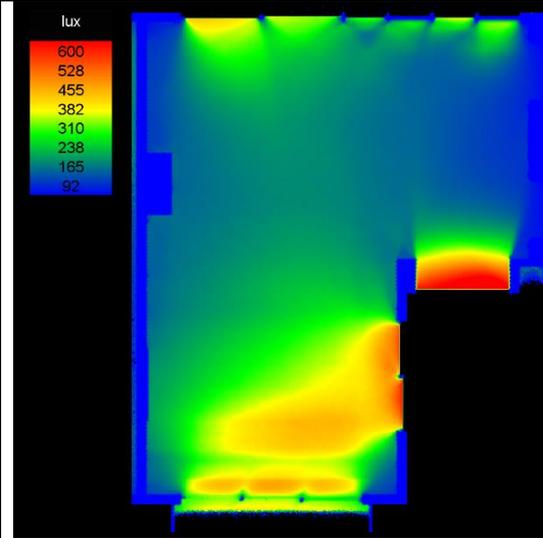


16h

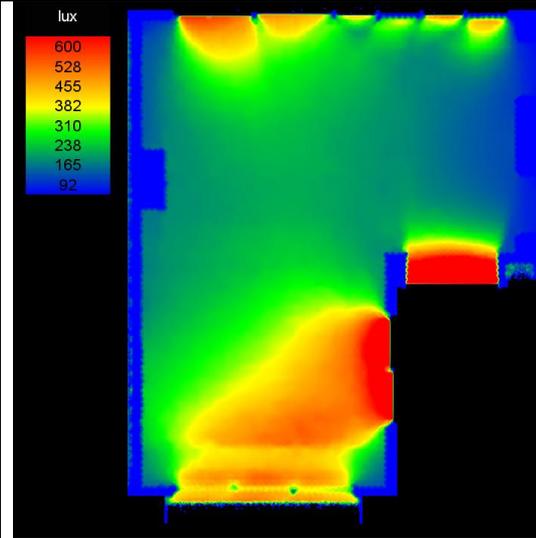


DATA: 21 DE DEZEMBRO

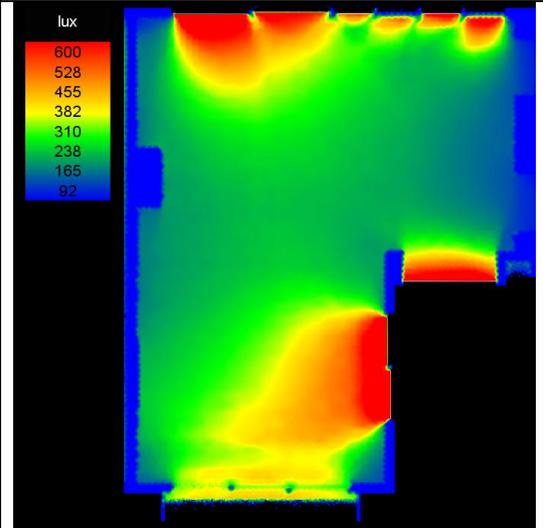
8h



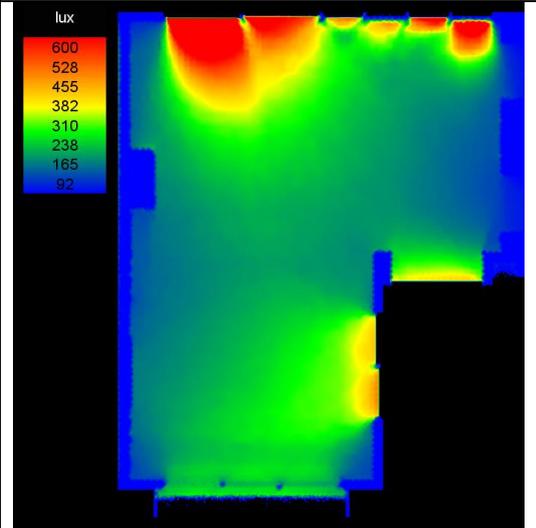
10h



13h



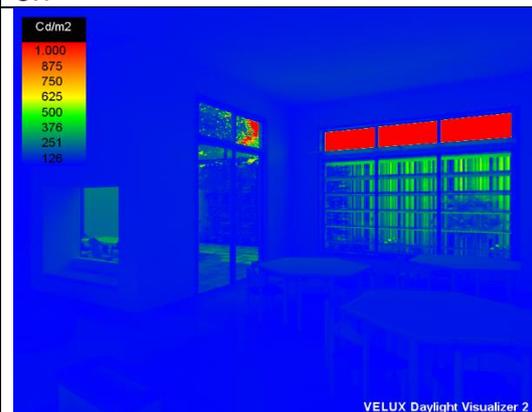
16h



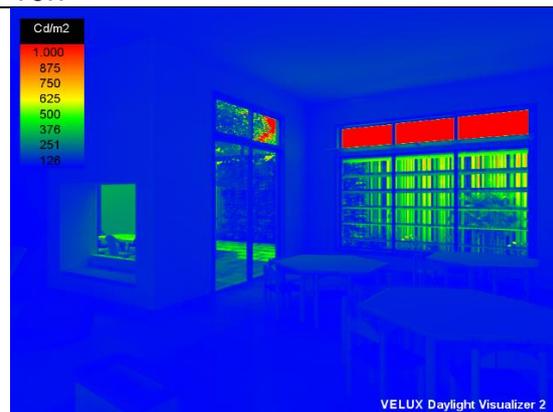
LUMINÂNCIA ANUAL - FACHADA LESTE

DATA: 21 DE JANEIRO

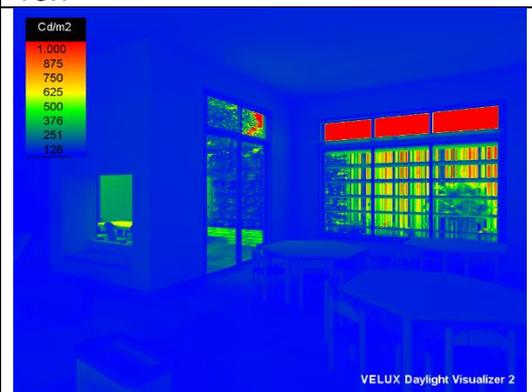
8h



10h



13h



16h

