

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

MESTRADO EM DINÂMICAS DO ESPAÇO HABITADO

**AVALIAÇÃO DO SOMBREAMENTO E DA ILUMINAÇÃO NATURAL EM  
APARTAMENTOS DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS VERTICAIS  
MULTIFAMILIARES DE MACEIÓ-AL: O USO DE VARANDAS**

**Camila Antunes de Carvalho**

MACEIÓ-AL  
2010

**Camila Antunes de Carvalho**

**AVALIAÇÃO DO SOMBREAMENTO E DA ILUMINAÇÃO NATURAL  
EM APARTAMENTOS DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS VERTICAIS  
MULTIFAMILIARES DE MACEIÓ-AL: O USO DE VARANDAS**

Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de  
Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de  
Alagoas, como requisito final para obtenção do grau de  
Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Salazar Bittencourt

MACEIÓ-AL  
2010

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**  
**Bibliotecária: Janaina Xisto de Barros Lima**

- C942a    Carvalho, Camila Antunes de.  
          Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió: o uso de varandas / Camila Antunes de Carvalho, 2010.  
          199 f. : il. color.
- Orientadora: Leonardo Salazar Bittencourt.  
          Dissertação (mestrado em Arquitetura e Urbanismo : Dinâmicas do Espaço Habitado) – Universidade Federal de Alagoas. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Maceió, 2010.
- Bibliografia: f. 157-162.  
          Apêndices: f. 163-234.
1. Arquitetura – Desempenho termoenergético. 2. Arquitetura – Edifícios residenciais – Maceió (AL). 3. Estratégias bioclimáticas. I. Título.

CDU: 728.1(813.5)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO  
MESTRADO EM DINÂMICAS DO ESPAÇO HABITADO

**Camila Antunes de Caryalho**

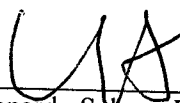
**AVALIAÇÃO DO SOMBREAMENTO E DA ILUMINAÇÃO NATURAL  
EM APARTAMENTOS DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS VERTICAIS  
MULTIFAMILIARES DE MACEIÓ-AL: O USO DE VARANDAS**

Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas, como requisito final para obtenção do grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.


Aprovada em: 21/06/2010

BANCA EXAMINADORA:

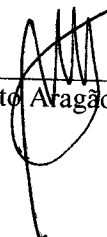
Presidente:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Leonardo Saízar Bittencourt – UFAL

Examinadores:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Roberta Vieira Gonçalves de Souza – UFMG

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Gianna Melo Barbirato – UFAL

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Augusto Aragão de Albuquerque – UFAL



Ao meu amor, Tiago, e aos meus  
queridos pais, os melhores do mundo,  
que me dão suporte na caminhada rumo  
à realização dos meus sonhos.

## **Agradecimentos**

A minha família querida, Pai, Mãe e Huguinho, que se fizeram sempre presentes nessa etapa da minha vida.

Ao amor da minha vida, Tiago, sempre companheiro e paciente, a quem me orgulha e me inspira pelo seu entusiasmo e dedicação em tudo que faz.

Ao meu orientador Leonardo Bittencourt, pela sua paciência, apoio e dedicação na orientação deste trabalho.

À professora Roberta Vieira pela atenção dedicada e por aceitar o convite em participar da banca examinadora.

À professora Marta Romero pelas contribuições que enriqueceram este trabalho em fase de qualificação.

Aos professores Gianna Barbirato, Ricardo Cabús e Augusto Albuquerque sempre dispostos a ajudar, pelos seus ensinamentos e contribuições para este documento.

A todos que fazem parte do GECA, pelos momentos de descontração e pelas palavras de incentivo. Em especial, a Kamila, ao Silas e a Bela.

Aos amigos do DEHA, por compartilhar o conhecimento durante todo o curso do mestrado. Em especial a Raffa, Fran, Amanda, Cynthia e Daísy, amizades que vou levar para sempre.

Aos servidores da SMCCU, Adelmo, Mário, Tião e Lúcia, que me atenderam com muita simpatia.

À FAPEAL pelo apoio financeiro concedido durante o curso.

## **Resumo**

Nas regiões de clima tropical quente e úmido, como é o caso de Maceió-AL, o aproveitamento das fontes de iluminação e ventilação naturais e o uso do sombreamento devem ser pensados desde as etapas iniciais do projeto. Para favorecer o sombreamento, elementos como brises, cobogós e varandas são indispensáveis às edificações. No caso das varandas, atualmente, percebe-se a sua utilização de forma aleatória quanto às questões ambientais. Como consequência disso e para sanar o desconforto gerado pela ausência de elementos adequados ao clima, intensifica-se o uso de meios artificiais para garantir o conforto nos ambientes, contribuindo para o desperdício de energia. Diante desse contexto, esse trabalho tem como objetivo geral avaliar o uso de varandas em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares localizados no bairro de Ponta Verde, em Maceió-AL, quanto ao sombreamento e à iluminação natural. Para alcançá-lo, a metodologia utilizada consistiu de uma análise comparativa entre tipologias recorrentes de varandas, quanto ao sombreamento e a iluminação natural, através das técnicas de levantamento de dados, geração de máscaras de sombra e simulações nos programas computacionais Sketchup e Troplux. As análises dos resultados possibilitaram a compreensão do comportamento do sombreamento e da iluminação natural nas tipologias examinadas e ainda a análise comparativa entre os resultados das simulações de insolação e da iluminação natural. Constatou-se que, uma vez optando por uma melhor estratégia de sombreamento, utilizando as varandas, nem sempre será obtido um bom resultado no desempenho luminoso dos ambientes internos. Enfim, o uso de varanda nos edifícios residenciais de Maceió pode ser trabalhado para alcançar melhores resultados no conforto ambiental e para enriquecer o aspecto formal dos edifícios, devendo ser pensado desde a fase inicial do projeto arquitetônico.

**Palavras-chave:** Estratégias Bioclimáticas, Varandas, Simulações Computacionais.

## **Abstract**

In regions with hot and humid tropical climate, as Maceió-AL, the use of daylight, natural ventilation and shading should be thought from the initial stages of the project. To enhance shading, architectural elements as brises-soleil, perforated blocks and balconies are essential to buildings. In the case of balconies, today we see the use of random on environmental issues. As a consequence, and solution for the discomfort caused by the absence of appropriate elements of weather, the use of artificial means to ensure the thermal and visual comfort is intensified contributing to wasted energy. Given this context, this study aims evaluate the use of balconies in vertical multifamily residential apartments buildings located in Ponta Verde, Maceió-AL, as shading and daylighting. To achieve this, the methodology was a comparative analysis of recurring types of balconies on the shading and daylight devices, through the techniques of data collection, generation of shadow masks and simulations in the program Sketchup and Tropilux. The analysis of results provided an understanding of the behavior of shading and daylighting in the typologies examined and also the comparison between the simulation results of heatstroke and the results of simulation of daylighting. Since opting for a better strategy of shading, using the balconies, it is not always achieved a good result in the performance of daylight indoors. Finally, the use of balconies in residential buildings of Maceió, that can be worked to achieve better results in environmental comfort and to enrich the formal aspect of the buildings, should be considered at an early stage of the architectural design.

**Keywords: Bioclimatic Strategies, Balconies , Computer Simulations.**

## Lista de figuras

Figura 1 - (1) Coberta ventilada. (2) Varanda como espaço de transição. (3) Longos beirais. (4) Protetores solares. (5) Folhas graúdas. (6) Paredes vazadas. (7) Integração do espaço interno com o externo. (8) Continuidade do espaço interno. (9) Modulação estrutural. (10) Construir frondoso. ....	15
Figura 2 - Zoneamento climático brasileiro. ....	21
Figura 3 - Associação entre velocidade e direção do vento. ....	22
Figura 4 - Rosa dos ventos para a cidade de Maceió/AL, mostrado em relação à frequência e direção. ....	23
Figura 5 - Arquitetura adaptada ao clima em diferentes regiões. ....	24
Figura 6 - Fachadas envidraçadas no Hotel Brisa Tower em Maceió/AL. ....	25
Figura 7 - Carta bioclimática para a cidade de Maceió/AL. ....	27
Figura 8 - Varandas. Brises e cobogós. ....	35
Figura 9 - Alpendre da casa grande pernambucana do século XVII. ....	36
Figura 10 - Vista principal da Capela Nossa Senhora D’ajuda, Cachoeira, BA. ....	37
Figura 11 - Casa típica do século XIX. ....	37
Figura 12 - Casa típica dos anos 1920. ....	39
Figura 13 - A casa modernista de Warchavchik. ....	40
Figura 14 - Casa do Barão de Saavedra, Petrópolis. ....	41
Figura 15 - Fachada posterior do Conjunto Mendes de Moraes, o “Pedregulho”, projetado pelo arquiteto Affonso Eduardo Reidy, adaptada à insolação intensa. ....	42
Figura 16 – Inexistência de varandas no edf. Maranello, Ponta Verde, Maceió/AL. ....	56
Figura 17 – Integração das varandas com a sala através de fechamento de vidro nos edifícios Rodin e Piazza Navona, Ponta Verde, Maceió/AL. ....	56
Figura 18 - Foto satélite da cidade de Maceió-AL, localizando o bairro de Ponta Verde. ....	63
Figura 19 - Programa Analysis SOL-AR. ....	71
Figura 20 - Visualização de intervalos de temperatura anuais correspondentes às trajetórias solares ao longo do ano e do dia para latitude de Maceió. ....	71
Figura 21 - Google SketchUp 7. ....	81
Figura 22 - Configuração da latitude e da longitude no Google SketchUp 7. ....	82
Figura 23 - Configuração do período do ano e do horário a ser simulado. ....	82
Figura 24 - Programa de simulação computacional da iluminação natural, Tropilux 3.0. ....	83
Figura 25 - Tipos de peitoril de vidro que aproveitam a ventilação natural. ....	153
Figura 26 – Exemplos de varandas com peitoris vazados em Pernambuco. ....	154
Figura 27 - Fechamento de varandas em vidro temperado. ....	155

## Lista de gráficos

Gráfico 1 - Participação das regiões geográficas no consumo de energia elétrica fornecida, no Brasil.....	30
Gráfico 2 - Consumo médio mensal por consumidor, no Brasil.....	31
Gráfico 3 - Percentual de participação das classes de consumo de energia em 2004, no Brasil. ....	32
Gráfico 4 - Percentuais de uso final de energia, em consumidores residenciais, no Brasil.....	33
Gráfico 5 – Índice de Velocidade de Vendas para julho de 2009.....	63
Gráfico 6 - Comportamento da iluminância no ponto do sofá, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G1: CR1. Fonte: A autora (2010). ....	108
Gráfico 7 - Comportamento da iluminância no ponto da mesa, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G1: CR1. Fonte: A autora (2010). ....	108
Gráfico 8 - Comportamento da iluminância no ponto do sofá, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G1: DR1. Fonte: A autora (2010).....	111
Gráfico 9 - Comportamento da iluminância no ponto da mesa, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G1: DR1. Fonte: A autora (2010). ....	111
Gráfico 10 - Comportamento da iluminância no ponto do sofá, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G1: DR2. Fonte: A autora (2010). ....	113
Gráfico 11 - Comportamento da iluminância no ponto da mesa, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G1: DR2. Fonte: A autora (2010). ....	113
Gráfico 12 - Comportamento da iluminância no ponto do sofá ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G1: CR2. Fonte: A autora (2010). ....	115
Gráfico 13 - Comportamento da iluminância no ponto da mesa ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G1: CR2. Fonte: A autora (2010). ....	115
Gráfico 14 - - Comportamento da iluminância no ponto do sofá, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G1: SR1. Fonte: A autora (2010).....	117
Gráfico 15 - - Comportamento da iluminância no ponto da mesa, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G1: SR1. Fonte: A autora (2010).....	117
Gráfico 16 - Comportamento da iluminância no ponto do sofá ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G1: SR2. Fonte: A autora (2010).....	119
Gráfico 17 - Comportamento da iluminância no ponto da mesa ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G1: SR2. Fonte: A autora (2010).....	119
Gráfico 18 - Comportamento da iluminância no ponto do sofá, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G2: DR1. Fonte: A autora (2010). ....	121
Gráfico 19 - Comportamento da iluminância no ponto da mesa, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G2: DR1. Fonte: A autora (2010). ....	121
Gráfico 20 - - Comportamento da iluminância no ponto do sofá, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G2: DR2. Fonte: A autora (2010). ....	123
Gráfico 21 - Comportamento da iluminância no ponto da mesa, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G2: DR2. Fonte: A autora (2010). ....	123
Gráfico 22 - Comportamento da iluminância no ponto do sofá, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G2: SR1. Fonte: A autora (2010).....	125
Gráfico 23 - Comportamento da iluminância no ponto da mesa, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G2: SR1. Fonte: A autora (2010).....	125
Gráfico 24 - Comportamento da iluminância no ponto do sofá, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G2: DR3. Fonte: A autora (2010). ....	127
Gráfico 25 - Comportamento da iluminância no ponto da mesa, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G2: DR3. Fonte: A autora (2010). ....	127

Gráfico 26 - Comportamento da iluminância no ponto do sofá, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G2: DR4. Fonte: A autora (2010). .....	129
Gráfico 27 - Comportamento da iluminância no ponto da mesa, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G2: DR4. Fonte: A autora (2010). .....	129
Gráfico 28 - Comportamento da iluminância no ponto do sofá ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G2: DR5. Fonte: A autora (2010). .....	131
Gráfico 29 - Comportamento da iluminância no ponto da mesa ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G2: DR5. Fonte: A autora (2010). .....	131
Gráfico 30 - Comportamento da iluminância no ponto do sofá, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G2: SR2. Fonte: A autora (2010). .....	133
Gráfico 31 - Comportamento da iluminância no ponto da mesa, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G2: SR2. Fonte: A autora (2010). .....	133
Gráfico 32 - Comportamento da iluminância no ponto do sofá, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G2: DR6. Fonte: A autora (2010). .....	135
Gráfico 33 - Comportamento da iluminância no ponto da mesa, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G2: DR6. Fonte: A autora (2010). .....	135
Gráfico 34 - Comportamento da iluminância entre as tipologias do Grupo 2, no decorrer do dia, no equinócio de outono, no ponto do sofá. Fonte: A autora (2010). .....	137
Gráfico 35 - Comportamento da iluminância entre as tipologias do Grupo 2, no decorrer do dia, no equinócio de outono, no ponto da mesa. Fonte: A autora (2010). .....	138
Gráfico 36 - Comportamento da iluminância entre as tipologias do Grupo 2, no decorrer do dia, no solstício de inverno, no ponto do sofá. Fonte: A autora (2010). .....	139
Gráfico 37 - Comportamento da iluminância entre as tipologias do Grupo 2, no decorrer do dia, no solstício de inverno, no ponto da mesa. Fonte: A autora (2010). .....	140
Gráfico 38 - Comportamento da iluminância entre as tipologias do Grupo 2, no decorrer do dia, no equinócio de primavera, no ponto do sofá. Fonte: A autora (2010). .....	141
Gráfico 39 - - Comportamento da iluminância entre as tipologias do Grupo 2, no decorrer do dia, no equinócio de primavera, no ponto da mesa. Fonte: A autora (2010). .....	142
Gráfico 40 - Comportamento da iluminância entre as tipologias do Grupo 2, no decorrer do dia, no solstício de verão, no ponto do sofá. Fonte: A autora (2010). .....	143
Gráfico 41 - Comportamento da iluminância entre as tipologias do Grupo 2, no decorrer do dia, no solstício de verão, no ponto da mesa. Fonte: A autora (2010). .....	144

## Lista de quadros

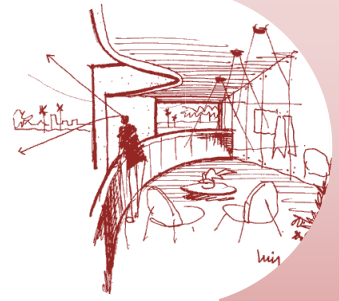
Quadro 1 - Modelo de quadro da caracterização dos edifícios estudados. ....	64
Quadro 2 - Critérios adotados para classificação das tipologias de varandas do Grupo 1. ....	65
Quadro 3 – Classificação das tipologias das varandas dos edifícios analisados.....	68
Quadro 4 - Sistematização das características das varandas dos edifícios estudados.....	69
Quadro 5 - Quantidade de edifícios para cada intervalo de profundidade estabelecido.....	69
Quadro 6 - Quantidade de edifícios para cada tipo de peitoril identificado. ....	69
Quadro 7 - Tipologias de varandas do Grupo 1.....	70
Quadro 8 – Confecção da tipologia G2: DR1 a partir da máscara de sombra para a orientação norte. ....	73
Quadro 9 - Confecção da tipologia G2: DR2 a partir da máscara de sombra para a orientação nordeste.....	74
Quadro 10 - Confecção da tipologia G2: SR1 a partir da máscara de sombra para a orientação leste. ....	75
Quadro 11 - Confecção da tipologia G2: DR3 a partir da máscara de sombra para a orientação sudeste.....	76
Quadro 12 - Confecção da tipologia G2: DR4 a partir da máscara de sombra para a orientação sul.....	77
Quadro 13 - Confecção da tipologia G2: DR5 a partir da máscara de sombra para a orientação sudoeste.....	78
Quadro 14 - Confecção da tipologia G2: SR2 a partir da máscara de sombra para a orientação oeste. ....	79
Quadro 15 - Confecção da tipologia G2: DR6 a partir da máscara de sombra para a orientação noroeste.....	80
Quadro 16 - Coordenadas dos pontos do sofá e da mesa nas tipologias estudadas.....	86
Quadro 17- Refletâncias consideradas na simulação computacional para cada tipologia do Grupo 1. ....	87
Quadro 18 – Orientação, azimute e coordenadas dos pontos do sofá e da mesa considerados na simulação computacional para cada tipologia do Grupo 1. ....	87
Quadro 19 - Refletâncias consideradas na simulação computacional para as tipologias do Grupo 2. ....	88
Quadro 20 - Orientação, azimute e coordenadas dos pontos do sofá e da mesa considerados na simulação computacional para cada tipologia do Grupo 2. ....	89
Quadro 21 - Simulação do sombreamento da tipologia G1: CR1 - Varanda confinada, retangular, profundidade de 0,70m, peitoril de alvenaria (Edf. Thásos). ....	93
Quadro 22 - Resultado da simulação do sombreamento da tipologia G1: DR1 - varanda de canto, retangular, com profundidade de 4,20m, peitoril misto e orientação para sudoeste (Edf. Grand Classique).....	95
Quadro 23 - Resultado da simulação do sombreamento da tipologia G1: DR2 - Varanda de canto, retangular, com profundidade de 1,86m, peitoril misto e com orientação para norte (Edf. FIT). ....	98
Quadro 24 - Resultado da simulação do sombreamento da tipologia G1: CR2 Varanda confinada, retangular, com profundidade de 1,20m, peitoril de vidro e com orientação da fachada para sul (Edf. Hermano Pedrosa). ....	101
Quadro 25 - Resultado da simulação do sombreamento da tipologia G1: SR1 - Varanda em saque, retangular, com profundidade de 1,50m, peitoril misto e com orientação da fachada para sul (Edf. Ana Lins).....	104



Quadro 26 - Resultado da simulação do sombreamento da tipologia G1: SR2 - Varanda em saque, retangular, com profundidade de 1,63m, peitoril de vidro e fachada orientada para oeste (Edf. Montparnasse). .....	105
Quadro 27- Considerações sobre tipologias de varandas X orientação.....	148
Quadro 28 - Eficiência das varandas das tipologias do Grupo 1 quanto ao sombreamento...151	

## Sumário

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
OBJETIVOS .....	17
ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	17
<b>1. REVISÃO DOCUMENTAL.....</b>	<b>20</b>
1.1 O CONTEXTO CLIMÁTICO DE MACEIÓ .....	20
1.2. CLIMA E TIPOLOGIA ARQUITETÔNICA .....	23
1.3. ARQUITETURA E CONSUMO DE ENERGIA .....	28
1.4. COMPONENTES ARQUITETÔNICOS: A VARANDA NO TEMPO .....	34
1.5. ARQUITETURA RESIDENCIAL E ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS .....	46
<b>1.5.1. A importância do sombreamento para o conforto térmico nas edificações em clima quente e úmido.....</b>	<b>48</b>
<b>1.5.2. A importância da iluminação natural para o conforto luminoso nas edificações em clima quente e úmido .....</b>	<b>51</b>
1.6. ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS E EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS EM MACEIÓ/AL .....	54
<b>2. METODOLOGIA .....</b>	<b>60</b>
2.2. LEVANTAMENTO DE DADOS.....	60
2.3. VISITAS A CAMPO .....	64
2.4. DEFINIÇÃO DAS TIPOLOGIAS.....	65
2.5. SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS .....	81
2.6. AVALIAÇÃO E SÍNTESE DOS RESULTADOS.....	89
2.7. CONSIDERAÇÕES.....	89
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>91</b>
3.1. DESEMPENHO AMBIENTAL DA VARANDA.....	91
<b>3.1.1. Quanto ao sombreamento .....</b>	<b>91</b>
<b>3.1.2. Quanto à iluminação natural .....</b>	<b>106</b>
3.2. CONSIDERAÇÕES.....	145
<b>4. CONCLUSÃO.....</b>	<b>150</b>
4.1. DIFICULDADES DO TRABALHO .....	155
4.2. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	156
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>157</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>163</b>



# Introdução

Apesar da crescente abordagem sobre a adaptação da arquitetura ao clima, ainda é descomedido o uso de equipamentos elétricos para a climatização dos edifícios, da iluminação artificial, dentre outros meios artificiais de se atingir um nível de conforto desejado. Mesmo nas regiões onde o clima é mais favorável ao aproveitamento das fontes de iluminação e ventilação naturais, os meios artificiais de garantir conforto ainda são demasiadamente utilizados.

A produção do ambiente edificado deveria expressar a necessidade de controlar e resguardar o homem e a edificação das adversidades suscitadas pelas características ambientais de uma determinada região.

A cultura, a paisagem, o relevo, a vegetação e o clima característico de cada lugar, junto com as dimensões e topografias do terreno, são elementos a serem analisados desde o início da concepção do projeto. As soluções construtivas devem ser, sempre que possível, direcionadas às necessidades bioclimáticas típicas de cada lugar.

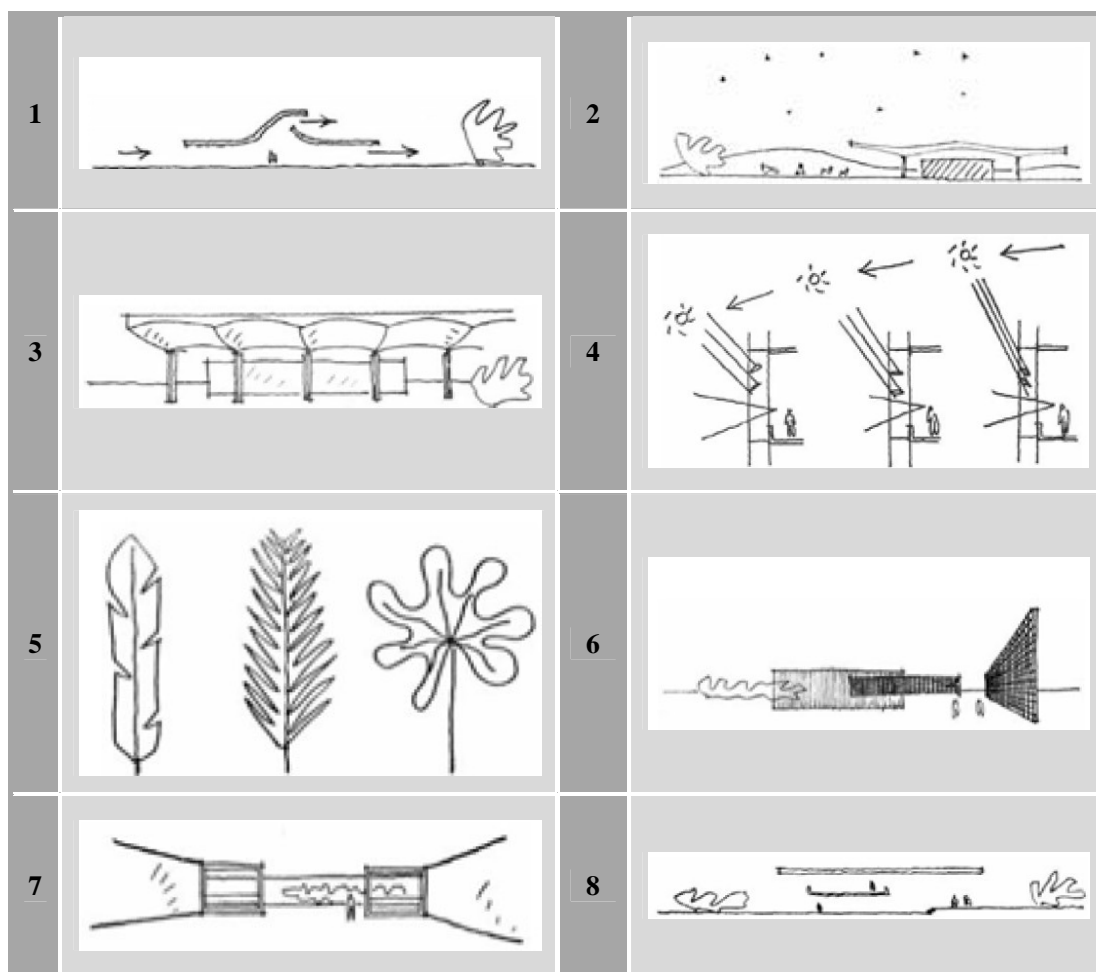
Entre outros avanços em bioclimatologia, foi desenvolvida uma carta bioclimática por Victor Olgyay (1973) que relacionava dados climáticos aos limites do conforto térmico, para identificar estratégias do projeto. Assim, bioclimatologia relaciona o estudo do clima (climatologia) aos seres humanos. O projeto bioclimático parte das características climáticas

Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas

de cada região através do emprego correto de elementos de projeto e tecnologia para economia de energia, mantendo o conforto dos ocupantes na edificação (MACIEL, 2006).

Nas regiões de clima tropical, onde a luz e a radiação solar são mais intensas, deve-se projetar a edificação de maneira que consiga atenuar os excessos da iluminação natural, da umidade e da temperatura do ar.

Como sugere Holanda (1976), as edificações projetadas para o Nordeste, especificamente para a região onde o clima é quente e úmido, devem seguir recomendações como: criar sombras; recuar paredes; vaziar muros; proteger as janelas; abrir as portas; continuar os espaços; construir com pouco, conviver com a natureza e construir frondoso (figura 1).



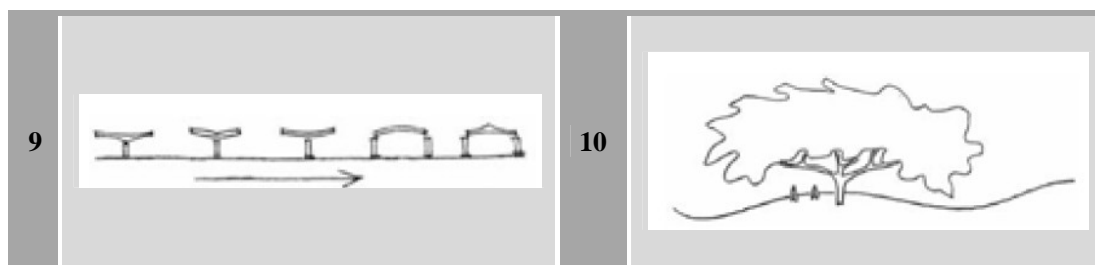


Figura 1 - (1) Coberta ventilada. (2) Varanda como espaço de transição. (3) Longos beirais. (4) Protetores solares. (5) Folhas graúdas. (6) Paredes vazadas. (7) Integração do espaço interno com o externo. (8) Continuidade do espaço interno. (9) Modulação estrutural. (10) Construir frondoso.

Fonte: Holanda (1976).

Obedecendo a estes princípios, há chances maiores de se alcançar condições adequadas de conforto ambiental, além de colaborar para a racionalização no consumo de energia.

No Brasil, as habitações desenvolveram-se a partir do ajustamento da casa portuguesa às condições tropicais. Nas casas rurais, o telhado foi prolongado e apoiado sobre colunas, formando o alpendre que protegia as paredes da incidência direta do sol e da chuva. Esse elemento, oriundo da Índia e trazido pelos portugueses, continuou existindo durante os séculos, com significativas modificações até chegar aos dias de hoje, com diferentes configurações espaciais e formas de utilização (LEMOS, 1989).

Uma visão geral dos edifícios multifamiliares na cidade de Maceió sugere que as condições ambientais podem não ter sido levadas em consideração uma vez que, parecem “tímidas” as intervenções avarandadas. Em alguns casos as varandas não estão presentes. Os apartamentos estão cada vez menores – ditados pelo alto valor da terra nas áreas urbanas e dispondo de poucos, ou nenhum, componente de adequação ao clima. Atualmente, as áreas das varandas dos edifícios de apartamentos vêm sendo incorporadas aos espaços internos para ampliar a reduzida área dos mesmos, diminuindo o custo para o empreendedor por cada unidade residencial.

Contudo, a não utilização de varandas em alguns dos edifícios de Maceió, se deve, na maioria das vezes, às regras do mercado imobiliário. Este tem desempenhado um papel de forte influência nas tendências das formas de morar em edifícios residenciais (LEÃO JÚNIOR, 2008).

Como consequência da despreocupação com as questões ambientais e para sanar o desconforto gerado pela inadequação ao clima, intensifica-se o uso de aparelhos de ar-condicionado, para obtenção de conforto térmico; bem como a utilização de cortinas ou películas fumê, para atenuar a elevada luminosidade e diminuir a intensidade da radiação solar incidente nas esquadrias, aumentando o uso da iluminação artificial, e contribuindo para o desperdício de energia. Ainda nesse contexto, esses elementos colocados para correção dos problemas de conforto ambiental podem penalizar a arquitetura, que passa a sofrer com o processo de descaracterização por essas intervenções (AMORIM; FLORES, 2005).

No Brasil, o consumo de energia elétrica em edificações residenciais, comerciais, de serviços e públicas, é bastante significativo. Calcula-se que quase 50% da energia elétrica produzida no país sejam consumidas não só na operação e manutenção das edificações, como também nos sistemas artificiais, que proporcionam conforto ambiental para seus usuários, como iluminação, climatização e aquecimento de água (BRASIL, 2009).

Após o período de uso intensivo da energia que ocorreu ao fim da II Guerra Mundial, e com a situação presente de crise mundial de energia, construir com o clima faz-se extremamente necessário.

Diante desse contexto, esse trabalho busca contribuir para uma reflexão sobre a importância de se produzir uma arquitetura adequada ao lugar, enfatizando o potencial da utilização de elementos arquitetônicos, como as varandas, como parte do vocabulário arquitetônico local.

## Objetivos

---

O presente trabalho tem como **objetivo geral** avaliar o uso de varandas em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares localizados no bairro de Ponta Verde, em Maceió-AL, quanto ao sombreamento e à iluminação natural.

Os **objetivos específicos** são:

- Examinar a influência das varandas no sombreamento das salas em edifícios residenciais multifamiliares;
- Examinar a influência das varandas na iluminação natural das salas em edifícios residenciais multifamiliares;
- Apresentar diretrizes para um melhor aproveitamento das varandas em edifícios residenciais multifamiliares de Maceió, com vistas ao sombreamento e à iluminação natural.

## Estrutura da dissertação

---

No contexto das linhas de pesquisa propostas pelo Programa Dinâmicas do Espaço Habitado, o trabalho se insere na linha “Concepção e Construção do Espaço Habitado”, pois busca uma melhor adequação do espaço habitado pelo homem às condicionantes climáticas de Maceió/AL, onde se desenvolve a pesquisa.

A fim de alcançar os objetivos a que se dispõe, pretende-se realizar uma análise comparativa entre as tipologias recorrentes de varandas nos edifícios multifamiliares da cidade a ser analisada, quanto ao sombreamento e a iluminação natural, através das técnicas de levantamento de dados, geração de máscaras de sombra e simulações computacionais.

Os procedimentos metodológicos a serem utilizados serão: levantamento de dados; visitas a campo; definição das tipologias de varandas a serem analisadas; simulações

computacionais do sombreamento e da iluminação natural; avaliação e síntese dos resultados obtidos na etapa anterior e considerações sobre projetos de varandas em edifícios para a cidade de Maceió. Tais procedimentos serão detalhados em seção própria.

O trabalho está estruturado da seguinte forma: Introdução, 1) Revisão Documental, 2) Metodologia, 3) Resultados e Discussões e 4) Conclusão.

O primeiro capítulo traz a base conceitual teórica necessária para elaboração deste trabalho. Ele se divide nas seguintes partes: O contexto climático de Maceió; Clima e tipologia arquitetônica; Arquitetura e consumo de energia; Componentes arquitetônicos: a varanda no tempo; Arquitetura residencial e estratégias bioclimáticas; e Estratégias bioclimáticas e edifícios residenciais em Maceió-AL.

No capítulo dois, são detalhados os procedimentos metodológicos utilizados para realização deste trabalho.

No capítulo três, são apresentados os resultados e as discussões feitas a partir das simulações computacionais.

Finalmente, no quarto capítulo, são feitas as conclusões acerca do trabalho.

Espera-se com este trabalho, contribuir para uma reflexão sobre a importância de se produzir uma arquitetura adequada ao lugar, enfatizando o potencial da utilização de elementos arquitetônicos, como as varandas, como parte do vocabulário arquitetônico local.





# I . Revisão Documental

## 1.1 O contexto climático de Maceió

Segundo Mascaró (1991, p.15) o clima se define por “feição característica e permanente do tempo, num lugar, em meio a suas infinitas variações” e depende da posição geográfica, relevo, temperatura, umidade, movimento do ar, radiação, precipitação e nebulosidade; e, por isso, é um dos fatores indispensáveis ao projeto desde a antiguidade.

No Nordeste brasileiro, de maneira geral, o clima é considerado tropical quente e úmido com pequenas variações térmicas diárias, sazonais e anuais de temperatura. A dinâmica do regime de precipitação define a região Nordeste como uma área de grande variação anual na distribuição de chuvas (TORRES, 2006).

O Zoneamento Climático brasileiro (ABNT, 2005) compreende oito diferentes zonas, conforme figura 2. A cidade de Maceió está classificada como integrante da Zona 8, no nordeste brasileiro.

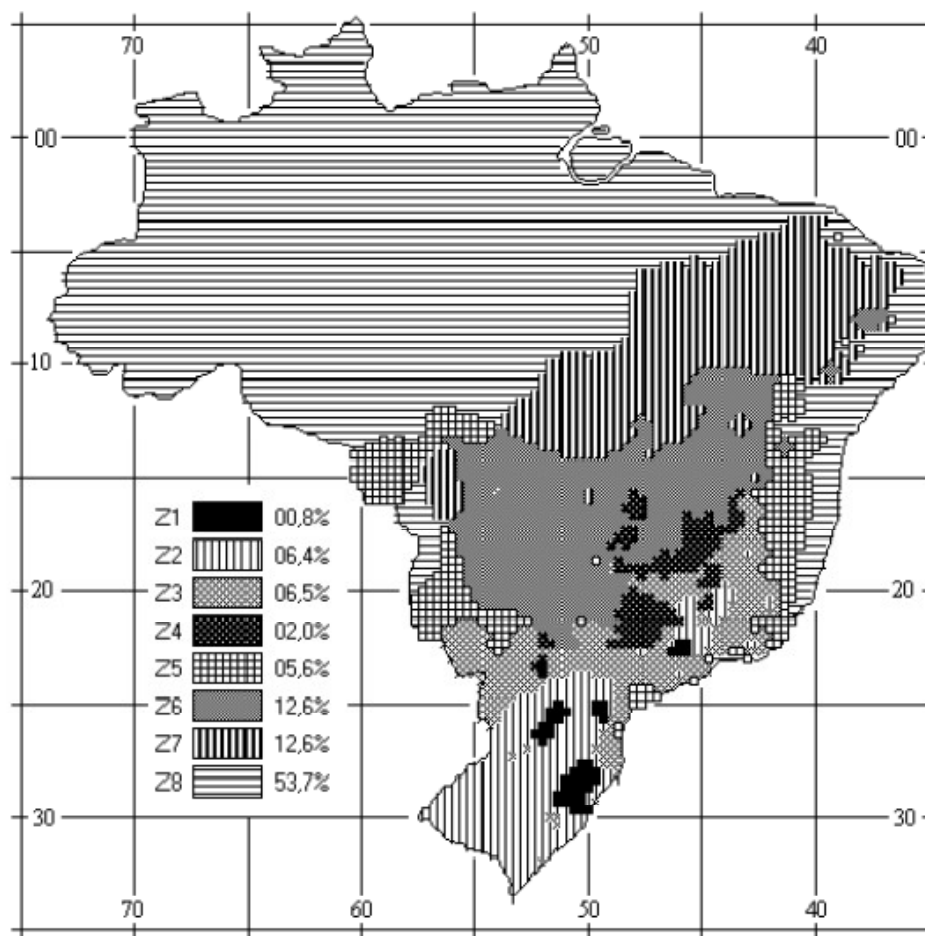


Figura 2 - Zoneamento climático brasileiro.  
Fonte: NBR 15.220-3 (ABNT, 2005).

A cidade localiza-se na latitude  $9^{\circ} 45'$  sul e longitude de  $37^{\circ} 70'$  oeste, recebe radiação solar intensa e a proximidade de grandes massas líquidas – oceanos e lagoas – provocando a alta umidade do ar, caracterizam o clima como quente e úmido. As duas estações são verão e inverno. A primeira, caracterizada por altas temperaturas e pouca pluviosidade. A segunda, caracterizada por alta pluviosidade e temperaturas mais amenas (BARBIRATO, 2009).

Maceió possui temperatura média anual em torno de  $26^{\circ}\text{C}$  e uma amplitude térmica anual de  $3,4^{\circ}\text{C}$  entre os valores médios mensais das temperaturas médias. São considerados

dias “tipicamente quentes” os meses de novembro a fevereiro e “tipicamente frios” de junho a agosto (BARBIRATO, 2009).

A condição típica de céu é parcialmente nublado, tendo raras ocorrências de céu claro (4,5% em média), enquanto de céu nublado são acima de 15%. A baixa latitude propicia grande intensidade de radiação solar, no verão a média do período de insolação é de 7,9 horas/dia, caindo no inverno para 5,8 horas/dia (BITTENCOURT, 1993).

A cidade de Maceió apresenta umidade média anual de 78,3%, embora possa atingir 82,6% no mês de maio. O mês de novembro apresenta a menor média (74,7%) e os valores de umidade relativa continuam altos mesmo na estação seca. A pluviosidade média anual é de 1654 mm, com meses mais chuvosos de abril a julho (CÂNDIDO, 2006).

Há, sobre Maceió, a influência alternada dos ventos alísios de Sudeste (de velocidade fraca e moderada) e os ventos de retorno do Nordeste, mais freqüentes, com predomínio dos ventos Nordeste nos meses mais quentes (outubro, novembro e dezembro), e Sudeste, mais freqüente, nos restante dos meses. No que se refere à velocidade do vento, o valor médio mensal é da ordem de 2,8 m/s, podendo chegar a valores absolutos mais intensos de 10 m/s na direção Nordeste (BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2006) (figuras 3 e 4).

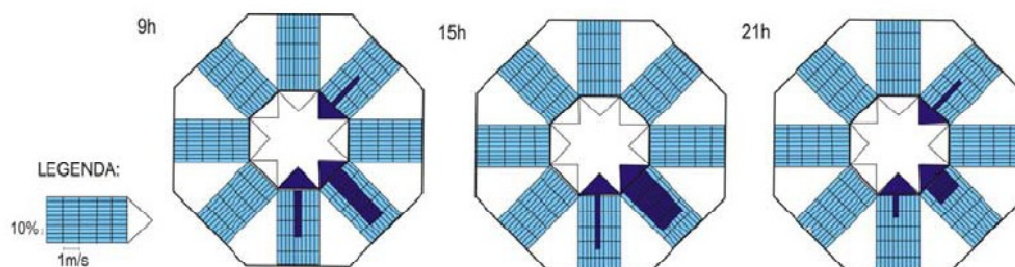


Figura 3 - Associação entre velocidade e direção do vento.  
Fonte: BITTENCOURT; LIMA (1983).

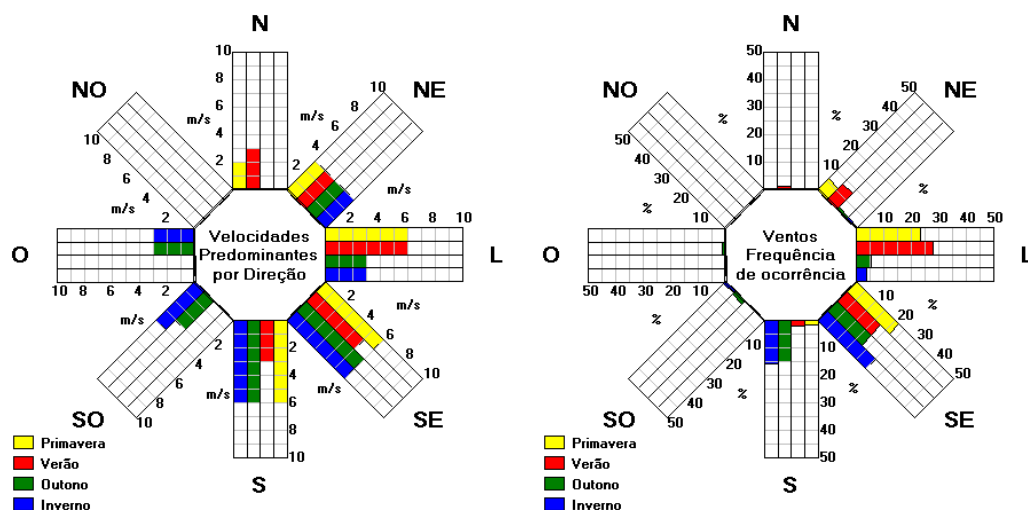


Figura 4 - Rosa dos ventos para a cidade de Maceió/AL, mostrado em relação à frequência e direção.  
Fonte: SOL-AR 6.2 (2009).

Além do contexto climático, Maceió possui características físicas relevantes para o projeto arquitetônico. Situada no litoral do nordeste do país, Maceió é a capital do estado de Alagoas e abrange um território de 511km<sup>2</sup>. O relevo da cidade apresenta um predomínio de terras baixas, com altitudes inferiores a 100 metros, ocorrendo, no entanto, na porção nortenoeste, áreas onde alcança mais de 160 metros. Estruturalmente, são encontradas três unidades de relevo: a Planície ou Baixada Litorânea, os Tabuleiros Costeiros e o maciço Cristalino da Saudinha (LEÃO JÚNIOR, 2008).

## 1.2. Clima e tipologia arquitetônica

Observando as especificidades de cada cidade, torna-se de fundamental importância que o clima e suas variáveis devam ser levados em consideração na concepção de projetos de edificações com o intuito de atenuar as condições negativas e aproveitar os aspectos positivos por eles oferecidos (OLGYAY, 2004; CABÚS, 2002) (figura 5).

Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas

---

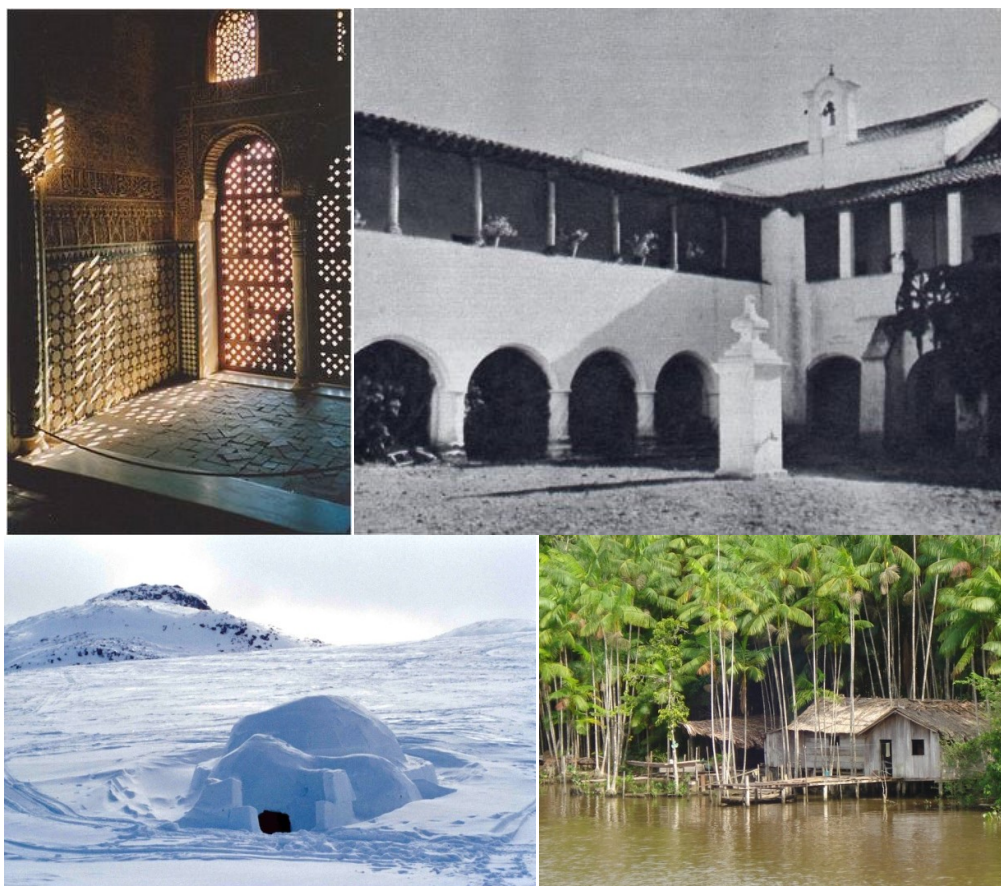


Figura 5 - Arquitetura adaptada ao clima em diferentes regiões.

Fonte: Disponível em: <http://1.bp.blogspot.com>; <http://www.vivercidades.org.br>; <http://tamanini.files.wordpress.com>; <http://static.panoramio.com>, acessado em: 01/04/ 2010.

Desde Vitruvius, em seus 10 livros em arquitetura, no século I a. C., a importância de se considerar as características locais para a construção das edificações já era considerada. Hoje, o aumento da preocupação com o meio ambiente e com a sustentabilidade no espaço construído, impulsionam os projetistas conscientes a se adaptarem ainda mais a essas características. Atendendo a essa tendência, o desenho dos espaços deve ser condicionado e adaptado às características do meio, tais como topografia, revestimento do solo, ecologia, latitude, objetos tridimensionais e clima (BUSTOS ROMERO, 1988). Além disso, as exigências da arquitetura frente às necessidades humanas abrangem aspectos que vão desde a segurança, durabilidade, funcionalidade, salubridade até o conforto.

Segundo Bustos Romero (2001), é na arquitetura vernácula que a arquitetura bioclimática busca os precedentes que servem como exemplos de respostas adequadas do homem às exigências do meio ambiente.

No entanto, como afirma Casco (2006, p.257), “a busca por modismos compromete a autonomia de produzir uma cultura própria, diferenciada e representativa do caldo cultural que o alimenta desde o nascimento”. Produz, com isso, mundos globalizados e iguais.

Além da introdução excessiva de novos materiais que muitas vezes prejudicam o desempenho ambiental dos edifícios, as influências culturais do exterior exercem um impacto nas formas e nas expressões arquitetônicas locais (MACIEL, 2006). Tais novidades, muitas vezes cópias mal adaptadas, pouco têm a ver com a realidade climática e cultural dos países tropicais (figura 6).



Figura 6 - Fachadas envidraçadas no Hotel Brisa Tower em Maceió/AL.  
Fonte: A autora (2008).

Conciliar o antigo com o novo é o desafio para os projetistas que buscam uma arquitetura adequada. O desenvolvimento e a adaptação de novas soluções para os problemas tradicionais, não podem esquecer o conforto dos usuários. Segundo Hertz (1998, p. 4), “a arquitetura que leve em conta os aspectos climáticos, é tanto uma ciência como uma arte”, na



qual deve ser levada em consideração não só a estética como também a funcionalidade e o nível de conforto ideal.

Ao contrário da “arquitetura bioclimática”, que busca um projeto particular e apropriado a cada lugar, a “arquitetura internacional” idealiza um projeto que sirva para qualquer lugar, importando apenas para ela os aspectos formais.

A arquitetura para Maceió pode atingir o conforto sem a necessidade de sistemas de resfriamento ou aquecimento mecânicos. Este tipo de arquitetura possibilita um rico repertório arquitetônico, instigando a criatividade sob o aspecto formal, e focando principalmente nos elementos climáticos visando à comodidade do usuário.

Manipulando os espaços do edifício, a forma e sua orientação, os elementos da fachada e sua relação com o lugar, podem-se criar condições para um nível mais alto de conforto e de saúde, sem sacrificar os aspectos funcionais, estéticos ou os limites do orçamento.

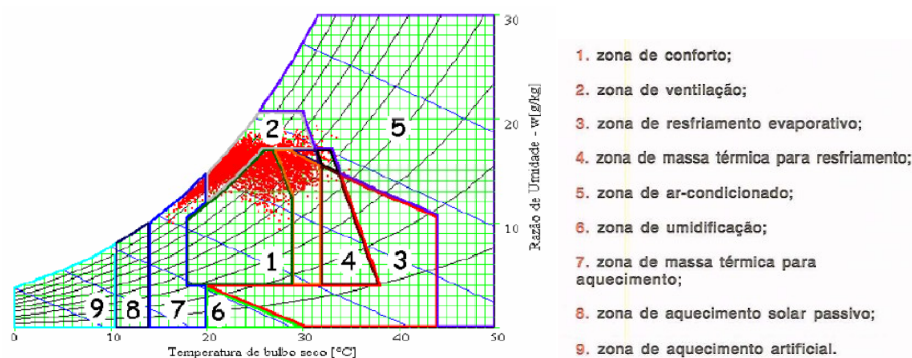
O significado do conforto através dos tempos se deu de maneiras variadas. Nos séculos XVII e XVIII, conforto significava bem-estar, “[...] amplos salões para circular; espaçosas poltronas para descansar, altas janelas para fazer a iluminação chegar aos ambientes mais profundos” (FREITAS, 2005. p. 727). Mas o conforto ambiental na arquitetura está relacionado a questões psicológicas de identificação e satisfação com o local, assim como a interdependência entre iluminação, temperatura, ventilação, umidade, e acústica (FREITAS, 2005).

Segundo a ASHRAE (1993), “conforto térmico é um estado de espírito que reflete a satisfação com o ambiente térmico que envolve a pessoa”, ou seja, o balanço de todas as trocas de calor a que está submetido o corpo é nulo e a temperatura da pele e suor estão dentro dos limites. As variáveis que envolvem o conforto térmico são a atividade, a vestimenta, a

temperatura média radiante, a temperatura, a velocidade e a umidade do ar. Essas variáveis são influenciadas pela concepção arquitetônica onde a forma, a função, os materiais, a orientação interferem no conforto proporcionado pela edificação (CORBELLA; YANNAS, 2003; LAMBERTS et al., 2004; RIVERO, 1986). A adaptação ao clima depende também do estilo de vida, das condições biológicas e dos avanços tecnológicos disponíveis. Ainda assim, essa adaptação tem limites fisiológicos.

Para criar um meio adequado, o homem se utiliza da vestimenta a depender da atividade a ser desempenhada e das condições climáticas do ambiente em que está inserido. Quando a vestimenta não é suficiente para o homem se sentir confortável, recorre-se, então, à envolvente que forma meios habitáveis dentro de meios hostis (FROTA; SCHIFFER, 1988).

Em estudos recentes, foi elaborado um Zoneamento Bioclimático para o Brasil, baseado em modelos anteriores como a Carta Bioclimática de Olgyay, e de Givoni, onde se obtêm indicações sobre a estratégia bioclimática a ser adotada no desenho de um edifício (figura 7).



**Figura 7 - Carta bioclimática para a cidade de Maceió/AL.**

Fonte: LAMBERTS et al. (2004).

O Zoneamento Bioclimático (ABNT, 2005) de um país objetiva ser um instrumento que facilite a escolha das estratégias arquitetônicas que aproveite os benefícios do clima de



cada lugar, atendendo, assim, às necessidades de conforto dos habitantes de determinado local.

Com o intuito de normatizar o zoneamento climático brasileiro surgiu a norma ABNT NBR 15.220-3, aprovada em 30 de maio de 2005, que definiu oito zonas bioclimáticas e recomendou as primeiras diretrizes de projetos para tais zonas. Foram utilizados 330 estações climáticas distribuídas no território nacional, considerando a temperatura e a umidade média do ar. Para Maceió, como estratégia principal tem-se a ventilação e o sombreamento (ABNT, 2005).

Estratégias como essas vêm sendo utilizadas em muitos povoados localizados em regiões de clima tropical quente e úmido. Os elementos utilizados, tais como as varandas e os amplos beirais, oferecem um grande potencial de integração entre os espaços internos e os externos, permitindo a permeabilidade à corrente de ar, ao mesmo tempo que sombreiam e filtram a intensa luminosidade natural. (BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2006)

Da correta resolução deste conjunto de estratégias dependem, além das condições mínimas de habitabilidade, a otimização dos consumos de energia na edificação.

As relações entre a energia e o habitat, entre arquitetura e ambiente determinam a morfologia dos edifícios e suas instalações. Além dos fatores climáticos, outros fatores caracterizam sua estrutura, tais quais: o urbanístico, o econômico e o social. Contudo, a influência do clima na concepção da tipologia da edificação deve ser relevante, embora nos últimos anos esses princípios não tenham sido atendidos.

### **1.3. Arquitetura e Consumo de Energia**

Após a II Guerra Mundial houve um desenvolvimento das técnicas construtivas e um uso indiscriminado de combustível. A iluminação natural foi ignorada e substituída pela artificial, as alterações do conforto acústico pela ação do entorno sobre o prédio, e a interação

entre o edifício e o entorno, também foram esquecidas, os meios passivos para se alcançar o conforto passaram a ser pouco utilizados.

Edificações que demandavam um alto consumo de energia foram erguidas em muitos países, sem qualquer preocupação com as características locais de cada um deles.

Com a crise energética dos anos de 1970, devido ao conflito árabe-israelense, foi despertado o interesse na utilização de energias renováveis como substitutos de combustíveis convencionais nos edifícios (GIVONI, 1994). Alertou-se, então, para a finitude da energia elétrica e gerou-se a formação de grupos de discussão acerca do assunto.

Aos poucos foi renascendo uma arquitetura preocupada na sua integração com o clima local, visando à habitação centrada sobre o conforto ambiental do ser humano e sua repercussão no planeta (MACIEL, 2006).

Após o longo período de uso intensivo da energia, e com a situação de crise energética mundial, crise essa que, segundo Mascaró (1991, p. 15), foi também cultural, “visto que o modelo vigente tem como única referência o sistema produção-consumo, construir com o clima não é mais uma posição ecológica, idealista ou contestatória”. Quando se analisa o cenário mundial e local da evolução do consumo em relação à disponibilidade de energia, construir com o clima faz-se extremamente necessário.

No Brasil, os efeitos desta crise chamaram atenção em 2001 com o “Apagão”<sup>1</sup>, fazendo com que o problema da escassez de energia deixasse de ser interesse apenas de pesquisadores e cientista para estar presente no cotidiano dos consumidores. Apesar do potencial hídrico que tem o país para a geração da energia elétrica, a crise chegou como consequência do aumento da demanda associada aos fatores climáticos e ausência de investimentos no setor (MARTINS, 2007)

---

<sup>1</sup> Colapso energético que ocorreu no Brasil gerando o risco interrupções consecutivas e duradoras no fornecimento de energia.

Aqui, o consumo de energia elétrica nas edificações residenciais, comerciais, de serviços e públicas, é bastante significativo. Com a estabilidade da economia, aliada a uma política de melhor distribuição de renda, avalia-se que a tendência de crescimento é ainda maior, o que permite o acesso da população aos confortos proporcionados pelas novas tecnologias. Soma-se a isto, a elevada taxa de urbanização e a expansão do setor de serviços (BRASIL, 2009).

O gráfico 1 representa a distribuição da participação de cada região geográfica, no consumo total de energia elétrica fornecida.

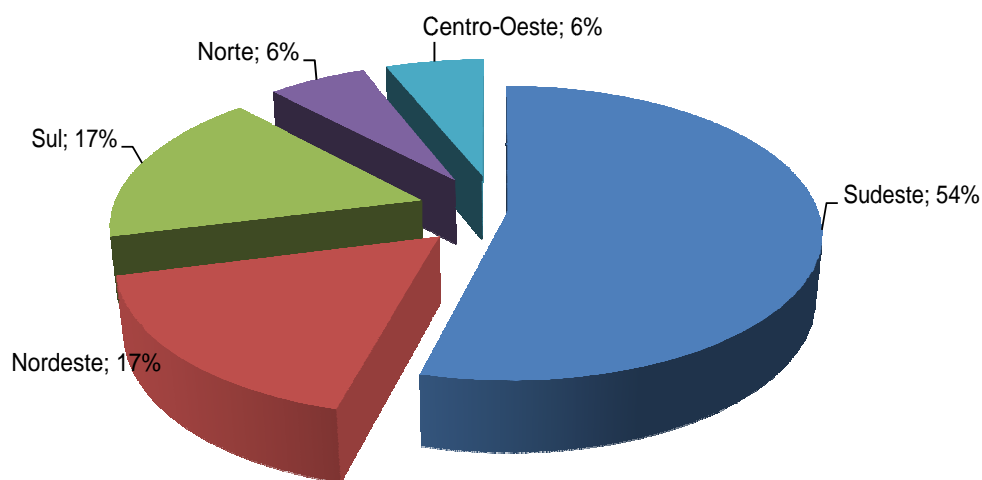


Gráfico 1 - Participação das regiões geográficas no consumo de energia elétrica fornecida, no Brasil.  
Fonte: Adaptado da EPE apud Krause et al. (2005).

Os programas de universalização do atendimento elétrico levaram à ligação de um número expressivo de novos consumidores, em especial os de baixa renda. Desta forma, apesar do crescimento no consumo total de energia, no País, o consumo médio mensal por consumidor, gráfico 2, está estabilizado em um patamar inferior aos anteriores ao ano de 2000, o que espelha um forte efeito residual das medidas de racionalização de energia e das

mudanças de hábitos de consumo, incorporados após a crise energética (KRAUSE et al., 2005).

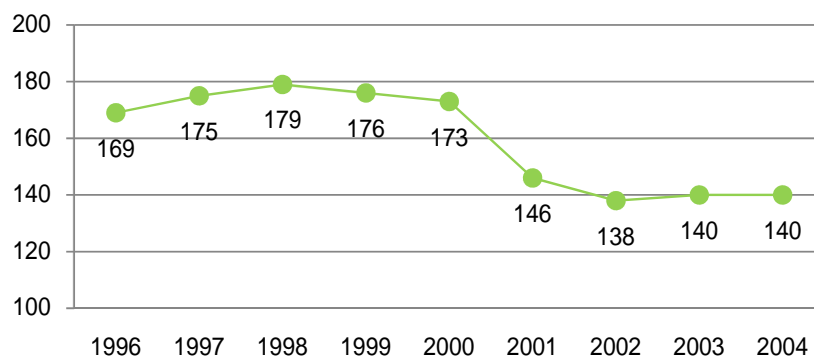


Gráfico 2 - Consumo médio mensal por consumidor, no Brasil.  
Fonte: Adaptado da EPE apud Krause et al. (2005).

O consumo de energia elétrica pode ser dividido em classes de consumidores. São elas: Residencial, Comercial, Industrial e Outros; e reúne ainda as subclasses Poderes Públicos, Serviços Públicos, Iluminação Pública, Consumo Próprio e Rural, conforme gráfico 3.

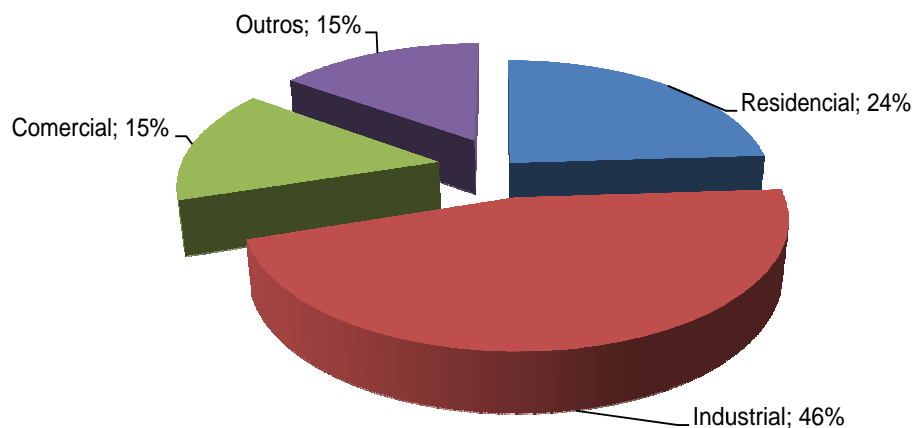


Gráfico 3 - Percentual de participação das classes de consumo de energia em 2004, no Brasil.  
Fonte: Adaptado da EPE apud Krause et al. (2005).

Uma das necessidades prioritárias quanto à energia elétrica no Brasil são os novos investimentos na infra-estrutura que, aliada ao uso mais racional dos recursos energéticos, por meio da disseminação de hábitos, práticas e técnicas, possam conduzir à economia de eletricidade nos diversos setores da sociedade brasileira.

Segundo Krause et al (2005), estima-se que cerca de 48% de toda a energia elétrica consumida no Brasil tenha origem nas necessidades de atendimento ao conforto interno das edificações, seja na forma de iluminação artificial, ventilação ou condicionamento de ar forçados, que são comuns à indústria, comércio ou residências, ou nos usos mais específicos às habitações, conforme gráfico 4.

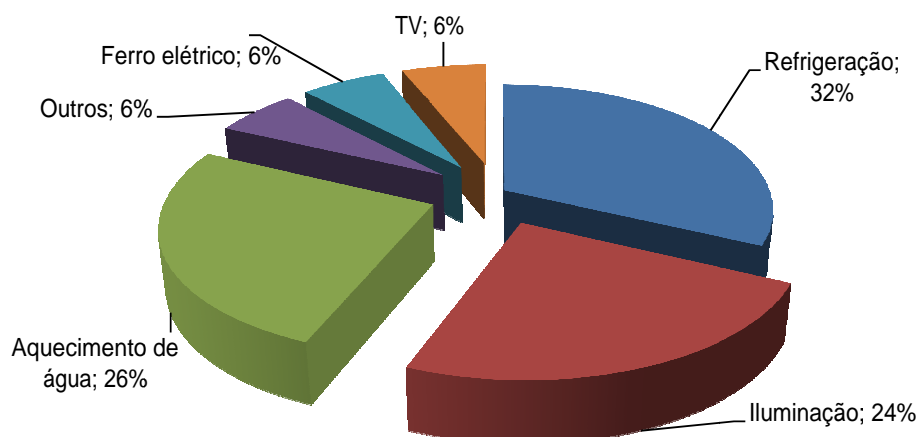


Gráfico 4 - Percentuais de uso final de energia, em consumidores residenciais, no Brasil.  
Fonte: Adaptado da EPE apud Krause et al. (2005).

O potencial de conservação de energia elétrica em edificações já construídas chega a 30%, quando corretamente diagnosticados os pontos a serem melhorados e adotados todos os recursos técnicos e medidas para economia no consumo (BRASIL, 2009)

Caso as técnicas e preceitos para um melhor aproveitamento dos recursos sejam adotados desde a fase de projeto, como ventilação e iluminação naturais e energia solar, além dos sistemas construtivos e materiais adequados à região onde a edificação será construída, o potencial de economia de energia é ainda maior, atingindo, segundo Krause et al (2005), cerca de 50%.

A possibilidade de aproveitar este potencial balizou a reavaliação dos principais focos de atuação do PROCEL, o que resultou na criação do subprograma, Procel Edifica, especialmente voltado à Eficiência Energética das Edificações – EEE, aliada ao Conforto Ambiental – CA (BRASIL, 2009).

A energia elétrica consumida no Brasil em 2008, segundo pesquisa da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), foi de cerca de 393 bilhões de kWh. Teoricamente, a economia em edificações residenciais, comerciais, de serviços e públicas poderia chegar aos 53 bilhões

de kWh caso fosse adotada uma política agressiva para a questão do déficit habitacional brasileiro. Esta energia economizada seria suficiente para suprir anualmente cerca de 2,7 milhões de residências.

Por sua abrangência, a área de edificações está presente em todos os setores da atividade econômica do País. Isto gera a articulação entre diversas entidades das áreas governamental, tecnológica, econômica e de construção civil. Neste enfoque multissetorial, o Procel Edifica promove condições para o uso eficiente da eletricidade nas edificações, reduzindo os desperdícios de energia, de materiais, e os impactos sobre o meio ambiente.

Conciliar conforto ambiental e eficiência energética nas edificações é um dos principais desafios para a arquitetura. Podemos encontrar muitas soluções que priorizam questões estéticas sem dar o devido peso às condições de conforto das edificações (BARBOSA; PORTO, 2005).

#### **1.4. Componentes arquitetônicos: a varanda no tempo**

O clima exerce grande influência na arquitetura. Num país de clima predominantemente tropical, como é o caso do Brasil, alguns aspectos climáticos devem ser levados em consideração para a concepção de projetos de edifícios, tais como: os níveis de radiação solar, de iluminância do céu e a abundância de chuvas. A arquitetura deve se utilizar de componentes arquitetônicos que incrementem a ventilação natural, que promovam o sombreamento da envoltória e diminuam o contraste e o ofuscamento gerados pelo nível alto da luz natural (GIVONI, 1994; OLGAYAY, 2004; BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2006).

É na etapa inicial de um projeto arquitetônico que se deve levar em consideração alternativas que possam auxiliar na melhor adequação da arquitetura ao clima tropical quente e úmido, tais como cobogós, brises, beirais, varandas (figura 8).



Figura 8 - Varandas. Brises e cobogós.  
Fonte: A autora (2008), Amaral (2008) e Carmo Filho (2005).

No caso das varandas, além de sua importância climática, elas foram, historicamente, o principal elemento filtrante do exterior, permeando apenas o que interessa à intimidade da família patriarcal.

Este espaço, intrinsecamente associado a tradições, torna-se fundamental pelas razões climáticas, pois cria sombras, reduzindo o aquecimento das paredes externas da casa, e protege as aberturas da incidência das chuvas.

Segundo Lemos (1989), a origem das varandas, também conhecidas por alpendres, pode ter sido a Índia. Estas teriam sido trazidas pelos portugueses, que perceberam as qualidades do conforto ambiental apresentado pelo “bangalô” – casa rural alpendrada daquele país oriental.

Como “bangalô”, varanda também é palavra que tem origem oriental e foi incorporada no linguajar europeu pioneiramente pelos portugueses e espanhóis. No roteiro de viagem de Vasco da Gama, em 1498, há a menção à palavra varanda como sendo um local alpendrado de permanência aprazível, confundindo a palavra alpendre com a palavra varanda. Porém a primeira significa uma construção anexa à casa e a segunda expressa um local de lazer, de estar, na casa tropical. Segundo Lemos (1989, p. 30), “um alpendre pode vir a ser uma varanda, mas nem toda varanda é alpendrada”.

Segundo Veríssimo e Bittar (1999, p. 30), além de afastar o calor,



[...] o alpendre, como área de transição, efetua o trabalho de receber o elemento socialmente exterior que fica limitado ao espaço fronteiro, que faz às vezes de tribunal. É ainda, principalmente, um espaço de vigilância, lazer e filtro em relação àqueles que podem receber a permissão para entrar.

Enfim, a varanda funciona como um espaço de transição, uma área de expansão da casa coberta, porém não fechada, historicamente própria da vigilância senhorial, e do contato com a natureza (figura 9).



Figura 9 - Alpendre da casa grande pernambucana do século XVII.  
Fonte: Disponível em <http://jaboataodosguararapes.blogspot.com>, acessado em 26/11/2009.

Enquanto nos exemplares rurais o alpendre ou a varanda é constante em todo o período colonial, nas cidades tal fato não ocorre. Nestas últimas, a varanda voltou-se para o quintal, criando uma área de convívio da família.

Além de estarem presentes nas residências coloniais, as varandas também fizeram parte de algumas edificações religiosas mais antigas. Exemplo dessa configuração pode ser visto na Capela de Nossa Senhora da Ajuda, em Cachoeira, Bahia (figura 10).



**Figura 10 - Vista principal da Capela Nossa Senhora D'ajuda, Cachoeira, BA.**

Fonte: Disponível em <http://www.monumenta.gov.br>, acessado em 26/11/2009.

No período neoclássico, o alpendre retrai-se ou passa a ser inexistente, dando lugar ao pátio colunado, como o claustro. O jardim, agora, é submetido a um uso mais intenso, frequentemente utilizado para valorizar a arquitetura (REIS FILHO, 2004).

Com a aproximação dos costumes europeus, a varanda, no Brasil, passa a ser associada ao jardim através de um longo espaço alpendrado que vem apontar os discretos progressos da família patriarcal, agora se abrindo ao público (LEMONS, 1989) (figura 11).



**Figura 11 - Casa típica do século XIX.**

Fonte: Disponível em <http://www.vitruvius.com.br>, acessado em 26/11/2009.

O corredor-alpendre serve de guia à casa, revelando espaços antes reservados apenas à intimidade da família. O antigo e o longo corredor patriarcal, margeado pelas alcovas, se repete do lado de fora, funcionando como varanda e circulação (REIS FILHO, 2004).

Nele, a família do segundo reinado e da turbulenta fase inicial da República dá os seus saraus, vê namorar as suas filhas, permite que se saia do gabinete onde se lê e fuma para ouvir um piano e uma voz a entoar polcas, valsinhas [...]. O burguês urbano, o fazendeiro que mora permanentemente na cidade e a classe média que, se expandindo, ocupa os subúrbios e bairros ligados pelos meios de locomoção modernos – bondes e trens – já não se põem mais em mangas de camisa diante do público, vestidos com simplicidade. Seguindo os refinados hábitos europeus, em público impõe-se discrição. Intimidade, só em muita intimidade... (VERÍSSIMO; BITTAR, 1999, p. 34).

Contudo, a partir do Ecletismo até as primeiras décadas do século XX, essas propostas se modificam. Na fusão do Ecletismo com o Art Nouveau, vê-se o alpendre transformar-se em varandas de gosto historicista, engastadas ao longo dos panos de paredes ou ainda dos diversos pisos. Seus adornos e detalhes, caracterizados pelas referências históricas, criam efeitos de beleza, nem sempre de plena adequação ao clima (BRUAND, 2008).

Um momento de aparente crise e ruptura que se transforma, em 1930, em crise e acomodação, provoca o aguçamento de tensões políticas, conflitos ideológicos, e a busca de raízes e identidades. Ocorre a crise do Ecletismo duplamente caracterizada: a do edifício capitalista a exigir uma nova abordagem tecnológica pela sua complexidade e a do partido plástico da casa. Surge, então, o movimento Neocolonial onde a família de classe média, comprometida com os valores de estabilidade, ganha a vida nos serviços profissionais liberais cujo contingente cresce constantemente tanto no Rio de Janeiro com em São Paulo, ligados aos setores cafeeiros. Este contingente sente-se inquieto ao escolher a plástica da sua casa (VERÍSSIMO; BITTAR, 1999).

O Neocolonial, os estilos hispano-americanos, como o Californiano e o estilo “Missões Espanholas” aparecem associados a tendências conservadoras que permitem, em meio à crise ideológica e de identificação cultural, um porto seguro para a casa. E nessas

soluções formais, o alpendre e a varanda, dotados de várias proporções, adaptam-se perfeitamente á disposição geral da residência, integrando-se na planta como elemento básico e justificável (BRUAND, 2008). Essa presença consagra a varanda e reflete o uso intenso que todos fazem desse espaço, situado preferencialmente na frente das casas (figura 12).



**Figura 12 - Casa típica dos anos 1920.**

Fonte: Disponível em <http://yabaquara.wordpress.com>, acessado em 26/11/2009.

As varandas se fazem presentes nas mansões de novos bairros ou mesmo em casas mais modestas dos subúrbios ou vilas, devolvidas à habitação, impondo-se ao voltar a adquirir o papel de filtro, elemento de transição.

Na década de 1930, a casa neocolonial abre-se com suas varandas. Estas mostram diferentes opções compondo-se com os desenhos das fachadas. Podem ser entaladas, compondo retângulos ou quadrados, abertas em torrões cilíndricos ou ainda sacadas à maneira de balcões e muxarabis (BRUAND, 2008; VERÍSSIMO; BITTAR, 1999).

Foi em São Paulo que o Moderno apareceu primeiramente, versão quase nativa da “máquina de morar” e das conquistas das vanguardas européias. Os partidos mais ortodoxos de Warchavchik (arquiteto russo radicado no Brasil nos anos 20, autor do primeiro manifesto em defesa da Arquitetura Moderna, publicado em 1925, e responsável pelo projeto da

primeira casa moderna no Brasil, em São Paulo) assustam o público, tendendo a forçar pelo seu aspecto “atual” a modernização dos espaços habitacionais. Porém, a “casa modernista” de Warchavchik, em São Paulo (figura 13), seria muito adequada se situada na Europa, em latitude mais temperada. Mas, ao contrário, essa nova arquitetura ignorou princípios básicos da arquitetura tropical. A fachada era inteiramente “lavada”, sem proteções contra o sol ou chuva. Da mesma forma os terraços, descobertos, impróprios para o excessivo índice pluviométrico de São Paulo ou para regiões de forte sol. Essa casa, assim como outros projetos similares, sofreu reformas, tornando-se mais adequada ao uso (BRUAND, 2008).



**Figura 13 - A casa modernista de Warchavchik.**

Fonte: Disponível em <http://www.vitruvius.com.br>, acessado em 26/11/2009.

Nos anos 1930 a 1940, vários edifícios de apartamentos, construídos dentro da síntese formal do Art Decó e destinados a dar moradia aos segmentos da classe média em expansão, admitiam varandas. A proposta, porém, é diversa, pois esse tipo de varanda utilizada pela renovação da Bauhaus e dos arquitetos austríacos e franceses é um segmento construtivo mais adequado ao clima europeu. Mostra-se como uma espécie de área de transição onde o sol é bem-vindo, entrando pelas janelas em grande quantidade. Uma reserva de sol e aquecimento

presente em vários edifícios residenciais, com soluções que parecem ser extraídas diretamente de importantes revistas europeias de arquitetura.

Quando a família burguesa se abre ao estilo de vida americano, com seus subprodutos de consumo de massa, as varandas são também reavaliadas. Numa proposta mais elaborada, o arquiteto Lúcio Costa já as havia utilizado em projetos como na residência de Roberto Marinho, no Rio de Janeiro (1937), ou na Saavedra em Petrópolis (1942/1944), onde se observa a filiação tradicional, muito conhecida por ele desde seus tempos neocoloniais, nos treliçados que tão bem as caracterizam. Varandas cobertas e sombreadas, áreas de transição tropicais com rótulas e treliçados (figura 14).



**Figura 14 - Casa do Barão de Saavedra, Petrópolis.**

Fonte: Disponível em <http://www.provesende.com.br>, acessado em 26/11/2009.

Nos edifícios ocorrem tímidas intervenções avarandadas. Aos poucos, esses espaços foram fechados com panos de vidro, venezianas ou cortinas. A partir daí, a varanda vai desaparecendo do edifício de apartamentos, reaparecendo nos anos 1970. Lúcio Costa, ao projetar nos anos 1940 o conjunto do Parque Guinle, no Rio de Janeiro reavalia de forma inteligente as áreas de transição, à maneira de Le Corbusier na Unidade de habitação em Marselha, utilizando vedação em cobogó cerâmico (figura 15). Affonso Eduardo Reidy,



também no conjunto de Pedregulho, utiliza essa vedação nas áreas de transição, valorizando-as e adaptando-as ao uso tropical.



**Figura 15 - Fachada posterior do Conjunto Mendes de Moraes, o “Pedregulho”, projetado pelo arquiteto Affonso Eduardo Reidy, adaptada à insolação intensa.**

Fonte: Disponível em <http://www.vitruvius.com.br>, acessado em 26/11/2009.

Nos anos 50, a varanda divide a atenção com a garagem, agora protagonista da fachada, mas ainda utiliza materiais nobres como pastilhas coloridas, mármore, guarda-corpo dourado pra escadas helicoidais, sugestivas vedações com tubos coloridos em tons vivos e tetos rebaixados em amebas com iluminação indicada em neón multicolorido, combinando com caminhos, rampas e jardins curvilíneos, repertório que prossegue nos anos 1960.

A partir da construção de Brasília em 1960, porém, a sociedade brasileira aceita o moderno sem reservas. A família agora é levada a aceitá-lo, identificando a nova casa “funcional” com as linhas arrojadas da arquitetura moderna brasileira, porque “é através dela que o futuro vai chegar mais rápido”.

A arquitetura popular interpreta as formas audaciosas das galerias dos palácios de Brasília, utilizando lajes planas inclinadas com pilares retorcidas em rico formalismo, diluídas

com vedações em soluções interessantíssimas muitas vezes interpretando os “motivos oficiais”.

A varanda vai gradativamente extinguindo-se nas reflexões de muitos profissionais, conjuntamente com a intensificação do uso do aparelho de ar-condicionado devido ao baixo custo da energia elétrica neste momento. Com a popularização da televisão, a família passa a ver o mundo através das transmissões desse aparelho e dispensa a contemplação da paisagem de modo natural. Panos de vidro e amplos janelões serão guarnecidos por pesadas cortinas de densos e escuros tecidos para propiciar condições melhores de assistir á televisão (VERÍSSIMO; BITTAR, 1999).

O golpe militar de 1964, apoiado por setores de classe média e grandes empresários, busca não só manter intacto esse ideal americanizante como abranger a “aliança para o progresso”, desenvolvimento e largo consumo. Adensam-se as cidades, aumentam as migrações internas, diminuindo a qualidade de vida nos grandes centros. Lança-se a semente da especulação imobiliária no seu sentido mais perverso, em que a arquitetura é produzida em série por construtoras que começam a dominar o mercado utilizando a mídia como instrumento de persuasão.

No início dos anos 1970, o rigor formal da arquitetura moderna esfriou, em particular nas regiões subdesenvolvidas, permitindo uma reavaliação fundamental de suas fontes, que seria acentuada, sem dúvida, com a crise capitalista cujas origens são as finanças apoiadas no dólar e no petróleo. Há, em algumas regiões, uma reorientação da arquitetura para a escassez e suas origens. Exemplo disso foi o arquiteto carioca Acácio Gil Borsoi, que desenvolveu, nos anos 60 uma arquitetura baseada em sistemas construtivos regionais de baixo custo, como no projeto de Cajueiro Seco, em Pernambuco, onde foi realizada uma experiência de racionalização da taipa de mão (VERÍSSIMO; BITTAR, 1999).



A casa brasileira volta-se lentamente a buscar sentido e razões no desenho de cunho tradicional. Na época do apogeu do milagre econômico, da expansão creditícia, da urbanização acelerada, ocorreu a ocupação intensa das periferias serranas e praianas para o lazer.

Muitas dessas mais recentes habitações unifamiliares começam a abdicar as formas geométricas simples, o concreto aparente, o grande pano de vidro, as lajes planas. E passam a buscar elementos plásticos que lembrem a arquitetura colonial: as telhas de capa e bica, as grandes varandas, as janelas de madeira de vergas arqueadas, os pisos de tábuas corridas, as lajotas (LEMOS, 1989).

No final dos anos 1970, com as propostas de distensão e abertura, reatam-se as comunicações com o exterior e os ventos pós-modernos invadem o cenário arquitetônico, trazendo a utilização plena de cores e um discurso simbólico antes proscrito pelo repertório dogmático modernista.

O próprio ideal do “verde”, da “ecologia”, sugere para as varandas o significado de “contato com a natureza”, fortalecendo o conceito de viver melhor, explorado pela propaganda, escondendo a real intenção de aumentar o preço de mercado (LEMOS, 1989).

A varanda perde seu sentido de controle, amenização e transição antes existentes, trocados agora por um mero complemento do setor social, nem sempre utilizada.

O cenário dos anos 1980 e 1990 não altera os valores sociais da utilização desse espaço: a produção de status tanto para as residências unifamiliares quanto para os edifícios de apartamentos. Espaço pouco utilizado durante a maior parte do tempo, ocupado apenas em recepções ou ocasiões especiais, quando pode demonstrar o conforto da habitação ao convidado, propiciando, às vezes, um belo panorama de pavimentos mais elevados (BRUAND, 2008).

Hoje, podemos observar a presença de áreas cobertas abertas em ocupações espontâneas e em bairros com a dominação da autoconstrução. Tais espaços, em sua maior parte, não foram planejados como varandas, vistas como ambiente de atividades de lazer e de integração externa-interna da casa. A extensão dessas casas como os “puxadinhos” dos telhados, sugere mais uma necessidade de ampliação da área útil do que a introdução consciente de um componente arquitetônico de importância para o conforto da casa (KOWALTOWSKI et al., 2003)

Quanto às edificações multifamiliares de vários pavimentos, seu surgimento no Brasil se deu na década de 1920, a partir de uma lei que, em 1928, “[...] estabeleceu as bases do direito de propriedade das unidades componentes de um edifício” (SEGAWA, 2002, p. 64). O aumento de recursos financeiros para o mercado habitacional, ocasionou a mudança no perfil das grandes cidades, com a verticalização promovida pelos edifícios de apartamentos. A introdução do apartamento como a principal forma de moradia da classe média teve início na década de 1940, em Copacabana, no Rio de Janeiro. Mas foi com a implementação do SFH, em 1964, que o mercado de produção imobiliária privada, baseado no edifício de apartamentos, se consolidou por meio de uma explosão imobiliária (MARICATO, 2001). Na década de 70, o mercado imobiliário iniciou o investimento em condomínios fechados, de apartamentos ou casas, que ofereciam segurança, conforto, lazer e, de certa forma, isolava-os do contato com o resto da cidade (SILVA, sd).

Nessa nova forma de habitar, haveria também de existir um espaço no qual, os antigos costumes das atividades de lazer em família continuassem a serem realizados: as varandas. Atualmente, este componente se estabelece de forma diferente nos edifícios direcionados para a elite no que diz respeito à melhor utilização do mesmo quanto às dimensões, orientação e quantidade por apartamento – sendo possível a existência de mais de uma varanda por unidade habitacional.

No que diz respeito aos imóveis habitacionais,

“[...]O que nota-se, nesse sentido, é que embora exista um conjunto de normas e procedimentos para a edificação, tais instrumentos geralmente não são do conhecimento do consumidor final (FUJITA, 2000). Fica valendo, assim, não mais dos que os olhos enxergam, em suma” (DUARTE, 2006, p. 58).

Sendo assim, o marketing em torno da comercialização desses imóveis tem sido um dos artifícios mais importantes do mercado imobiliário. O resultado dessa tendência é um espaço privado, mas sem individualidade, que provavelmente será adequado às necessidades do proprietário, resultando em descaracterização do edifício, elevação no consumo energético e conseqüentemente insatisfação do usuário (DUARTE, 2006).

### **1.5. Arquitetura Residencial e Estratégias Bioclimáticas**

A fim de propiciar um bom nível de conforto ambiental, um projeto de arquitetura deverá levar em conta todos os aspectos que foram discutidos.

O objetivo do projeto de arquitetura é prover um ambiente construído com conforto físico, sadio e agradável, adaptado ao clima local, que minimize o consumo de energia, e produza o menor nível de poluição possível.

Em climas tropicais quentes e úmidos, as estratégias projetuais para se alcançar um bom nível de conforto são: controlar os ganhos de calor; dissipar a energia térmica do interior do edifício; remover a umidade em excesso e promover o movimento de ar; promover o uso da iluminação natural; controlar o ruído. Além disso, a arquitetura deve responder à ação das chuvas e da falta de ventos em algumas épocas do ano (KOENIGSBERGER et al., 1974; HERTZ, 1998).

Algumas características do projeto arquitetônico também afetam a carga de energia solar em um edifício, tais quais: o leiaute de construção e a cor da envoltória (GIVONI, 1994).

Minimizar a energia solar que atravessa as aberturas, minimizar a energia solar absorvida pelas paredes externas e utilizar isolantes térmicos nas paredes ou teto onde há uma incidência prolongada dos raios solares são algumas alternativas para controlar os ganhos de calor (BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2006).

Para aumentar a dissipação de energia térmica do espaço habitado deve-se: promover níveis maiores de ventilação quando a temperatura externa for menor que a interna (o que significa boa disposição das aberturas, áreas corretas e fechamentos de boa qualidade, ou ventilação mecânica controlada); combinar a possível ventilação noturna com inércia térmica (saber como promover o movimento do ar, e como recolher e dispor os elementos materiais da construção); transferir o calor para zonas com temperatura menor que a do ambiente habitado (depósitos, garagens, subsolos etc.) (BROWN; DEKAY, 2004).

Para remover a umidade em excesso e renovar o ar, deve-se promover a sua ventilação no período no qual as pessoas estejam ocupando o ambiente (CORBELLA; YANNAS, 2003).

Estudar as aberturas por onde penetrará a luz natural, impedindo a entrada da radiação solar direta é fundamental para promover um adequado uso da iluminação natural. Isto se combina com a necessidade de controlar a carga térmica emanada da energia solar (BITTENCOURT, 2004; LAMBERTS et al., 2004).

De acordo com Corbella e Yannas (2003), para controlar o ruído deve-se dispor de elementos que dificultem sua transmissão, tanto para os ruídos provindos de fontes localizadas no próprio edifício quanto para os gerado fora dele.

Segundo Krause (2005), a habitação possui requisitos distintos para os ambientes, em função de rotinas de uso comuns, e outros que variam culturalmente ao longo das regiões brasileiras.

Procura-se, por meio de estratégias bioclimáticas, auxiliar a identificação dos recursos ambientais externos e, conhecendo-se as necessidades do indivíduo daquela região, propô-las, de modo a otimizar os benefícios e restrições do exterior com os requisitos do interior, através de soluções objetivas de projeto de arquitetura. Ao se melhorar as condições de conforto, haverá redução do consumo de energia e a demanda por equipamentos eletromecânicos para este fim também diminuirá.

É importante entender que a escolha das estratégias também deve ser feita em função do período de ocupação dos ambientes ao longo do dia e das estações. O período de ocupação possui a mesma importância na concepção do projeto de arquitetura em termos, sobretudo, do arranjo dos ambientes em função da orientação solar e da definição de beirais e espessuras de fachadas, segundo o clima em que sejam construídos (GONÇALVES; DUARTE, 2006).

As varandas são estratégias importantes, pois interferem nos ambientes internos protegendo-os das intempéries (BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2006) e direcionando o percurso do vento no interior dos ambientes, atuando, junto com outros componentes, no conforto térmico. Chand et al. (1998); Prianto; Depecker, (2002 e 2003) trabalharam o aspecto da ventilação e do conforto térmico com o uso de varandas.

Este trabalho abordará o uso de varandas em edificações e sua importância para a estratégia de sombreamento e de iluminação natural.

#### **1.5.1. A importância do sombreamento para o conforto térmico nas edificações em clima quente e úmido.**

Num clima tropical, a principal causa de desconforto térmico é o ganho de calor produzido pela absorção e transmissão da energia solar que atinge as superfícies dos ambientes construídos. Então, o primeiro passo do projeto arquitetônico para alcançar o conforto é a proteção contra a radiação solar (BITTENCOURT, 2004).

Lancemos as paredes sob esta sombra, recuadas, protegidas do sol e do calor, das chuvas e da umidade, criando agradáveis áreas externas de viver: terraços, varandas, pérgulas, jardins sombreados; locais onde se possa estar em contato com a natureza e com o límpido céu do Nordeste. (HOLANDA, 1976, p. 17)

As estratégias para combater o ganho de calor devido à radiação solar e conseqüente elevação de temperatura do ar interior, e a das superfícies internas das edificações, consistem em: posicionar o edifício de maneira a obter a mínima carga térmica devida à energia solar; proteger as aberturas contra a entrada do sol; dificultar a chegada do sol às superfícies do envelope do edifício; minimizar a absorção do sol pelas superfícies externas; determinar a orientação e o tamanho das aberturas para atender às necessidades de luz natural (OLGYAY; OLGAY, 1957).

Algumas maneiras de avaliar a insolação podem ser usadas no projeto de edifícios. São elas: os diagramas de trajetórias solares; o Heliodón - aparelho experimental simples para estudar as sombras –; e programas de simulação por computador.

Para proteger contra a entrada do sol pelas aberturas e dificultar sua chegada às superfícies do envelope do edifício, usam-se obstáculos: brise-soleils, paredes de cobogós, planos externos, vegetação, toldos, marquises etc. (OLGYAY; OLGAY, 1957; BITTENCOURT, 1993).

A sombra é um dos recursos mais eficazes para combater o desconforto causado pela radiação nas regiões tropicais úmidas. O telhado deve funcionar como um guarda-sol. Do mesmo modo, todas as aberturas e as janelas precisam de um sistema que evite a entrada direta do Sol. O uso de técnicas para dar sombra ao telhado é bastante eficiente e fácil de implementar, tanto pelos recursos da paisagem circundante, como pelos instrumentos oferecidos pela própria arquitetura (LICHTENBERG, 2006).

No caso de um edifício maior, normalmente com um telhado plano, os elementos arquitetônicos de brises e persianas devem ser projetados em relação à organização e à forma

das janelas. Este ponto vai exigir muitos ajustes para não prejudicar as várias funções das janelas como fontes de luz, de ar e de visão, além de sua importância estética na fachada do edifício (HERTZ, 1998).

Os protetores solares são considerados um dos mais expressivos elementos arquitetônicos em termos bioclimáticos, pois atuam numa das estratégias de resfriamento passivo, o sombreamento, que é considerada uma das mais importantes para o clima tropical quente e úmido, como já foi dito. A sombra pode ser obtida tanto por elementos da edificação, tais como beirais, varandas e caramanchões, quanto pela composição paisagística do entorno. (CUNHA et al., 2007).

Nos projetos recentes, embora seja utilizado, o elemento de proteção solar, nem sempre se agrega à função bioclimática que ele desempenha. Entre os erros mais comuns está a utilização de um mesmo tipo de protetor para todas as fachadas. Outro problema é a utilização desses protetores sem um estudo aprofundado da iluminação natural, pois a necessidade desta depende da função do ambiente a ser protegido. Além disso, pode haver um superdimensionamento nesses componentes caso não se leve em consideração o entorno do edifício. Sua forma, tamanho, posição e material dependem “[...] do clima, do uso da edificação e da origem da luz a ser excluída: direta, difusa, com ângulos baixos ou altos dependendo da hora do dia, da orientação da fachada e da época do ano”. (BITTENCOURT, 2004)

Segundo Olgyay e Olgyay (1957) os tipos básicos de protetores são divididos em três categorias: horizontal, vertical e grelha. Muitas outras combinações de protetores são possíveis.

As proteções horizontais externas são indicadas quando se tratam dos raios de sol de inclinações elevadas. E a sua eficiência é maior quando a extensão desse elemento é maior que a largura da janela (VIANNA; GONÇALVES, 2001).

Segundo Oliveira e Ribas (1995), quanto às aberturas, o ideal é que dêem para varandas quando estiverem orientadas no sentido Leste e Oeste. Esta estratégia é uma das mais eficientes na redução da incidência de radiação direta de ondas de calor, na medida em que impede o contato dos raios diretos do sol com a superfície transparente da janela. Porém, este artifício é mais oneroso do que as formas de proteção interna, como cortinas nas janelas, e a sua utilização na maioria dos edifícios residenciais é quase sempre dispensada.

Uma parte importante do trabalho do projetista é deter-se na relação dos espaços internos, na função e na relação com o clima exterior, especialmente com o horário de uso. Se os dormitórios de uma casa estiverem localizados no lado oeste, por exemplo, o calor transmitido pela fachada manterá os quartos mais quentes por um maior período do tempo, com conseqüências desconfortáveis. Em contraste, os mesmos quartos localizados no lado leste, estarão com uma temperatura bem mais agradável à noite. Da mesma maneira, os espaços não habitados, como banheiros, adegas, a área de serviço, etc., podem servir como uma barreira do lado mais exposto ao sol, isolando os espaços habitados (HERTZ, 1998).

#### **1.5.2. A importância da iluminação natural para o conforto luminoso nas edificações em clima quente e úmido**

Segundo Bustos Romero (2001, p. 69), na arquitetura é importante fazer algumas distinções sobre tipos de luz, “[...] que abrangem desde a luz natural proveniente do Sol, passando pela radiação direta luminosa, a luz do céu, a luz da reflexão, até a luz da Terra”.

O nível de iluminação natural de uma edificação é função da condição celeste, dos diferentes tipos de céu, da posição do sol, que varia conforme a latitude, a data e o horário. Em um sítio determinado, a luz disponível é reduzida por obstrução entre a abobada celeste e



a edificação. Tais obstruções podem ser topográficas, como algumas colinas próximas, árvores ou mesmo outras edificações. (BROWN; DEKAY, 2004).

A iluminância interna está diretamente relacionada à externa disponível. Essa varia no decorrer do dia e dos meses do ano, fazendo variar a interna. Assim não se pode fixar um valor como característico da iluminância interna, pois esses valores variarão conforme as horas do dia, meses e estações do ano. As iluminâncias internas irão variar também com suas coordenadas de localização no ambiente interno, pois diminuirão, conforme se afastam da fonte de luz, no caso, as aberturas pelas quais a luz penetra (SZABO, 2002).

É importante que haja um melhor aproveitamento da iluminação natural nos ambientes internos, considerando tanto a luz natural proveniente do sol e da abóbada celeste quanto a contribuição do entorno para atingir os níveis de iluminação desejados para o local e uma boa distribuição da iluminância (LIMA, 2002).

O Brasil, sobretudo a região Nordeste, apresenta características climáticas que proporcionam abundância na quantidade de luz natural, seja ela primária e direta, através do Sol, ou difusa e refletida, através da abóbada celeste e do entorno. Usufruir de todo esse potencial significa obter as vantagens trazidas com o seu uso durante a maior parte do ano.

Além de considerarmos que o aparelho visual humano está naturalmente adaptado à luz natural, pois a utiliza há muito tempo, desde o início da sua existência, existem outras vantagens obtidas com o seu uso, principalmente se comparada à iluminação artificial com a qual o ser humano convive desde o século passado.

Dentre essas vantagens, podemos citar a qualidade da iluminação e a obtenção de valores mais altos de iluminação com carga térmica menor que a gerada pela iluminação artificial. Além disso, a iluminação natural proporciona uma ambientação mais dinâmica e exerce um importante e positivo impacto na qualidade dos espaços e saúde dos usuários. Por

estar naturalmente adaptado às características da luz natural, o olho humano nos dá a percepção mais correta das cores quando colocamos um objeto sob o efeito da luz natural (TREGENZA; LOE, 2004).

O uso da luz natural provoca, ainda, efeitos estimulantes, na medida em que varia conforme as horas do dia, proporcionando aos objetos iluminados uma riqueza em cores e contrastes. A depender da função do ambiente, a desuniformidade da luz natural é bem vinda, pois afasta a sensação de monotonia e insensibilidade e provoca sensações como suavidade, serenidade e intimidade, além da sensação psicológica do tempo cronológico e climático de onde se vive, podendo ser trabalhada também para se conseguir determinada expressividade arquitetônica. O aproveitamento e otimização da iluminação natural pode trazer ainda benefícios psico-fisiológicos e estímulo à criatividade e sensibilidade, pode promover a comunicação com o mundo exterior e proporcionar descanso visual e bem-estar aos usuários. As pessoas demonstram preferência por espaços iluminados naturalmente.

Também devemos levar em consideração que a luz natural é obtida através de fonte de energia renovável e que sua utilização reduz bastante a dependência dos sistemas artificiais de iluminação, que representam parcela considerável do consumo total de energia das edificações. A não utilização ou a menor utilização dos sistemas artificiais de iluminação, que reduzem a carga térmica interna do ambiente, provocando também a redução do uso ou da potência do ar condicionado (onde houver) e, conseqüentemente, a redução do consumo de energia.

Apesar disso, o projeto de iluminação natural deve ser bastante trabalhado para que a luz natural não cause problemas de ofuscamento ou ganhos excessivos de calor, de acordo com as características climáticas de céu, nebulosidade e incidência dos raios solares. A depender da função do ambiente, é necessário o controle da luz natural através de recursos

arquitetônicos específicos, que devem ser cuidadosamente dimensionados e especificados para evitar que se tornem ineficientes em relação ao seu objetivo ou que provoquem prejuízos ao ambiente, como o bloqueio da luminosidade ou da visibilidade (BAKER; STEEMERS, 2002). Dessa forma, é importante conhecer sistemas e componentes que podem ser utilizados para o aproveitamento da luz natural como os brises, as prateleiras de luz, as marquises, os beirais, os cobogós, as varandas e até tecnologias mais sofisticadas, como os painéis prismáticos, por exemplo.

As formas de controlar a radiação solar acabam se transformando em elementos de grande importância para a volumetria do edifício. Porém, eles podem afetar as condições lumínicas e visuais dos interiores. Por isso, é importante considerar as necessidades de iluminação do ambiente interno e o conforto visual necessário para a utilização do mesmo. Proteções solares superdimensionadas podem provocar ambientes mais frios no inverno, além de fazê-los escuros ao longo de todo o ano. Reciprocamente, proteções solares mal dimensionadas para o verão, provocam o aquecimento dos ambientes em demasia neste período, além de possíveis problemas com ofuscamento ou com níveis de iluminação exagerados (DUTRA; ANDRADE, 2007).

No caso de ambientes residenciais no clima tropical quente e úmido, a varanda é um elemento que pode influenciar iluminação desejável, deixando o ambiente mais aconchegante, principalmente ao se tratar de salas de estar e dormitórios.

#### **1.6. Estratégias bioclimáticas e edifícios residenciais em Maceió/AL**

É possível identificar na cidade de Maceió uma tímida ocorrência de edifícios residenciais onde se podem identificar elementos que demonstrem intenção em aproveitar as estratégias bioclimáticas para a cidade. Geralmente, esses exemplos aparecem em edifícios mais antigos.

O aproveitamento de tais estratégias nos projetos de arquitetura resultaria em benefícios relativos ao conforto ambiental e a economia de energia elétrica, o que poderia ser explorado como uma importante estratégia de valorização no mercado imobiliário.

Atitudes simples, como uma melhor distribuição das aberturas e detalhamento criterioso das esquadrias, poderiam melhorar sensivelmente os níveis de circulação interna de ar nos apartamentos, sem representar relevantes custos adicionais aos empreendimentos.

Em contrapartida, o uso de aparelhos de ar condicionado é constante. E atualmente, a utilização do tipo “split”<sup>2</sup> está em ascensão. Em alguns edifícios, estão previstos locais para a instalação dos condensadores (unidade responsável pela eliminação do ar quente para o ambiente externo) nas fachadas. Como este elemento é esteticamente indesejado por grande parte dos arquitetos, em geral é localizado nas fachadas poentes e posteriores a rua principal, o que contribui com a redução do nível de eficiência energética do sistema de climatização devido ao alto índice de insolação que incide sobre os equipamentos (LEÃO JÚNIOR, 2008).

Segundo Leão Júnior (2008), a predisposição ao uso dos aparelhos de ar condicionado influencia na utilização de esquadrias de alumínio e vidro, junto com portas internas em painel compensado, para aperfeiçoar o desempenho energético dos aparelhos de ar condicionado através da redução da infiltração do ar nos ambientes internos, fato contrário à captação e distribuição da ventilação natural.

Alguns edifícios utilizam grandes vãos com janelas de correr em caixilharia de alumínio e fechamento em vidro nas salas (figura 16). A entrada abundante de luz natural pode, apesar de garantir níveis de iluminância adequado para as atividades desempenhadas nos ambientes internos, causar ofuscamento em alguns casos. A inexistência de varandas ou beirais na fachada permite a entrada de chuva e penetração da radiação solar, que pode causar

---

<sup>2</sup> Ar condicionado caracterizado por possuir a unidade evaporadora separada da unidade condensadora.

danos ao mobiliário do apartamento, além de produzir excessivo aquecimento dos ambientes ali localizados.



Figura 16 – Inexistência de varandas no edf. Maranello, Ponta Verde, Maceió/AL.  
Fonte: A autora (2009).

Outro fato que tem sido recorrente na cidade de Maceió é a ocorrência de reformas para integração das varandas às salas dos apartamentos (figura 17). Muitos moradores, sobretudo das edificações localizadas nas quadras de frente para o mar, atribuem tais reformas á alta velocidade dos ventos nessa faixa edificada. Alguns moradores consideram a varanda um espaço desperdiçado devido ao vento forte, que torna incômoda a utilização do espaço, preferindo a integração com a sala e o isolamento aos ventos através da utilização do aparelho de ar condicionado.



Figura 17 – Integração das varandas com a sala através de fechamento de vidro nos edifícios Rodin e Piazza Navona, Ponta Verde, Maceió/AL.

Fonte: A autora (2009).

Esse fato é alarmante no que se refere à adequação climática das edificações em Maceió, visto que o grande potencial de ventilação das localidades mais privilegiadas da cidade acaba sendo mal utilizado em alguns apartamentos. O baixo potencial de controle de ventilação oferecido pelas esquadrias de vidro de correr utilizadas nos edifícios residenciais contribui para tal fato. Além disso, a ausência das varandas reduz o sombreamento das áreas envidraçadas, o que acarreta em sérios problemas já identificados.

O desinteresse em adequar corretamente o edifício ao clima desencadeia uma série de situações em que o consumo de energia poderia ser reduzido através de soluções de projeto que não inviabilizariam os empreendimentos.

Diante do quadro exposto, o trabalho em questão busca colaborar para importância de conceber uma arquitetura adaptada ao lugar, ressaltando o potencial da utilização das varandas como parte do repertório arquitetônico local. Para tal, adotará os procedimentos metodológicos descritos no item subsequente.



## 2. Metodologia

Nesta seção serão descritos os procedimentos metodológicos utilizados no desenvolvimento da pesquisa.

A fim de alcançar os objetivos a que se dispõe, realizou-se uma análise comparativa entre as tipologias recorrentes de varandas nos edifícios multifamiliares da cidade de Maceió/AL, quanto ao desempenho do sombreamento e da iluminação natural.

Para o desenvolvimento do trabalho foram adotados os seguintes procedimentos metodológicos: levantamento de dados e definição das tipologias de varandas a serem analisadas; visitas a campo; confecção de máscaras de sombra a partir da carta solar da cidade; simulações computacionais do sombreamento e da iluminação natural; avaliação e síntese dos resultados obtidos na etapa anterior e considerações sobre projetos de varandas em edifícios para a cidade de Maceió. Estes procedimentos serão descritos nas subseções a seguir.

### **2.2. Levantamento de dados**

O levantamento de dados foi realizado no intuito de escolher tipologias de varandas recorrentes nos edifícios residenciais de Maceió para serem avaliadas com o auxílio de simulações computacionais.

Para essa etapa, foram colhidas informações no Sindicato da Indústria de Construção Civil de Alagoas (SINDUSCON/AL), quanto ao recorte espacial; em dissertações, com

relação ao recorte temporal; e na Superintendência Municipal de Controle e Convívio Urbano (SMCCU), quanto à quantidade de edifícios a serem observados.

Segundo LEÃO JÚNIOR (2008), foi a partir de 2000 que se começou a identificar, em Maceió, a preocupação do consumidor com os custos do condomínio residencial, que derivam, entre outros fatores, do valor da mão de obra de manutenção do prédio e do pagamento pelo fornecimento de água e energia elétrica.

Além da questão econômica, a necessidade de redução do consumo de energia elétrica surge nas propagandas imobiliárias junto com um forte apelo para amenizar os efeitos da agressão ambiental. Essa preocupação fez com que a atitude de preservar o meio ambiente ganhasse força nas mídias de massa.

Essa questão começa, então, a ser explorada pelo mercado imobiliário de Maceió e a imprimir mudanças na concepção de alguns edifícios na cidade. Para atender à solicitação do mercado consumidor em reduzir os custos de condomínio na maior parte dos empreendimentos, a alternativa encontrada foi elevar o número de unidades de apartamento por pavimento. Para isso, se faz necessária a redução nas áreas úteis dos ambientes, redução do número de dormitórios ou eliminação de alguns ambientes, como as tradicionais varandas.

Um fator determinante do sucesso de venda desses empreendimentos é a facilidade de aquisição através de financiamento mediante prestações acessíveis, junto ao momento de estabilidade econômica vivida pelo Brasil. Dessa forma, o empreendedor termina por lucrar cada vez mais com esse novo cenário, onde o consumidor paga cada vez mais caro por metro quadrado construído e dispõe cada vez menos de área útil.

Esse processo de adaptação do mercado imobiliário a novas realidades, enfatizando a busca por aumento de lucro, afasta o grande potencial embutido na valorização mediante soluções bioclimáticas na arquitetura.



Dessa forma, definiu-se o recorte temporal do trabalho em questão. Assim, determinou-se que os edifícios a serem pesquisados na SMCCU seriam aqueles cujo registro data a partir do ano 2000 até 2009.

A escolha do bairro a ser estudado se deu através de uma pesquisa fornecida pelo SINDUSCON/AL, na qual são apresentados dados que norteiam a ação dos investidores. A pesquisa intitulada, Índice de velocidade de Vendas (IVV), avalia mensalmente o desempenho de venda dos apartamentos disponíveis no mercado, obtido através do equacionamento do número de unidades habitacionais vendidas em relação ao número de unidades lançadas num determinado período de tempo.

Baseado neste Índice, o mercado imobiliário equaciona, para cada faixa de renda, as características de um determinado empreendimento para contribuir com a aceleração do processo de vendas e o aumento da margem de lucro. Isso influencia a definição dos programas de necessidade dos projetos de arquitetura desses empreendimentos, sendo o arquiteto, criador de um projeto com características atreladas ao que pode gerar mais lucro, mesmo que a qualidade do produto final seja prejudicada.

O IVV restringe-se aos imóveis direcionados às classes de renda mais favorecidas, localizados em geral nos bairros da orla marítima e algumas unidades no bairro do Farol. Essa fatia representa de 40 a 50% do mercado imobiliário e conta com a participação das maiores construtoras locais.

Sendo assim, o SINDUSCON/AL apresentou em suas pesquisas o bairro de Ponta Verde, como bairro onde há a maior oferta e venda de apartamentos em Maceió nos últimos anos. O gráfico 5 indica o bairro de Ponta Verde como o de maior volume de apartamentos ofertados e vendidos em julho de 2009.

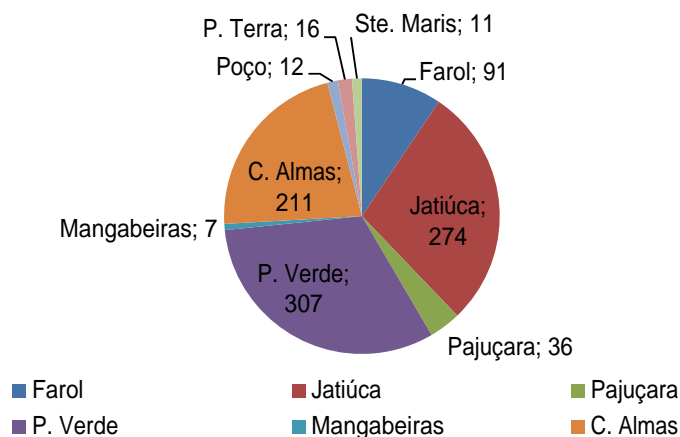


Gráfico 5 – Índice de Velocidade de Vendas para julho de 2009.  
Fonte: Adaptado do IVV – SINDUSCOM/AL, julho/2009.

A figura 18 traz o mapa do bairro de Ponta Verde localizado numa foto de satélite da cidade de Maceió.



Figura 18 - Foto satélite da cidade de Maceió-AL, localizando o bairro de Ponta Verde.  
Fonte: Adaptado da SMCCU- Secretaria Municipal de Controle e Convívio Urbano (2002).

Com o recorte temporal e espacial definidos, buscou-se na SMCCU a listagem dos edifícios com registro datados do ano 2000 até 2009 no bairro de Ponta Verde em Maceió/AL para que fosse feito um registro das plantas baixas para posterior análise.

O arquivo fornecido pela SMCCU fornece o registro de 139 edifícios dos quais 121 tiveram suas plantas baixas localizadas para serem fotografadas.

### 2.3. Visitas a campo

As visitas a campo foram realizadas no intuito de realizar o registro fotográfico dos edifícios residenciais multifamiliares de Maceió inclusos no período e bairro estudados, e também de contribuir para a caracterização dos mesmos. Foram registrados dados e imagens de 83 edifícios. Esses edifícios representam 68% daqueles que tiveram seus projetos fotografados na SMCCU. São edifícios construídos ou em construção no período do ano de 2000 a 2009.

EDIFÍCIO 1: THÁSOS		Ano do Registro na SMCCU: 2000
LOCALIZAÇÃO		
	R. Pref. Abdon Arroxelas	
CARACTERÍSTICAS DA VARANDA	Orientação: Sul, norte e leste	
	Posição na planta baixa: Confinada	
	Forma: Retangular	
	Profundidade: 0,70 m	
	Fechamento do peitoril: Alvenaria	

Quadro 1 - Modelo de quadro da caracterização dos edifícios estudados.

Fonte: A autora (2009).

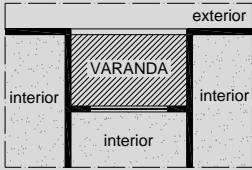
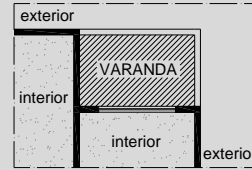
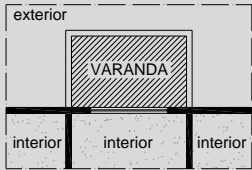
As características da varanda quanto a sua orientação, posição na planta baixa, forma, profundidade e fechamento do peitoril, assim como a localização do edifício e suas imagens foram sistematizadas como no exemplo do quadro 1 (os quadros da caracterização de todos os edifícios registrados encontram-se no apêndice A).

## 2.4. Definição das tipologias

Esta etapa visa o estabelecimento das tipologias de varandas para serem submetidas à simulação computacional.

Na primeira etapa, foram escolhidas tipologias recorrentes nos edifícios residenciais de Maceió construídos ou em construção no período do ano de 2000 a 2009 e serão classificadas no “Grupo 1” (G1). Na segunda etapa foram elaboradas tipologias de acordo com a carta solar para a cidade, sendo classificadas no “Grupo 2” (G2).

Para dar início à escolha das tipologias foi necessário propor uma classificação, onde critérios como a posição da varanda na planta baixa e sua forma foram adotados (quadro 2).

TIPOLOGIA	POSIÇÃO NA PLANTA	FORMA	
CR		Retangular (R)	
CC		Curva (C)	
CO		Outras (O)	
DR		Retangular (R)	
DC		Curva (C)	
DO		Outras (O)	
SR		Retangular (R)	
SC		Curva (C)	
SO		Outras (O)	
LEGENDA:	<b>CR:</b> confinada retangular <b>DR:</b> de canto retangular <b>SR:</b> em saque retangular	<b>CC:</b> confinada curva <b>DC:</b> de canto curva <b>SC:</b> em saque curva	<b>CO:</b> confinada outras <b>DO:</b> de canto outras <b>SO:</b> em saque outras

Quadro 2 - Critérios adotados para classificação das tipologias de varandas do Grupo 1.

Fonte: A autora (2009).

A partir desses critérios as varandas dos edifícios analisados foram classificadas no quadro 3.

ANO	LOCALIZAÇÃO	EDIFÍCIO	TIPOLOGIA DA VARANDA
2000	R. Pref. Abdon Arroxelas	Thásos	CR

Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas

2000	R. Durval Guimarães	Prof <sup>o</sup> Hermano Pedrosa	CR e DR
2000	R. Eng. Mário de Gusmão, e R. Prof. Hygia Vasconcelos	Mônaco	CC, DR e DC
2000	Av. Sen. Rui Palmeira	Parthenon	CC
2000	Av. Sen. Rui Palmeira	Paul Gauguin	CC
2000	R. José Freire Moura e R. Durval Guimarães	Anthony Leahy	DR E SR
2000	R. Prof. Abdon Arroxelas	Piazza Navona	CR
2000	R. Hélio Pradines	Villa Bella	CR
2000	R. Manoel Ribeiro da Rocha	Revenant	DC e SC
2000	Av. Dep. José Lages	Ilha de Creta	DC e SC
2000	Av. Prof. Vital Barbosa	Ravello	CC
2001	R. Cláudio Ramos	Lausanne	DC
2001	R. Dr. Antônio Cansação	Mont Blanc	CR e DR
2001	R. Antônio Maciel de Oliveira	Pharaons	CC
2001	Av. Prof. Sandoval Arroxelas	Desirée	CC e DC
2001	R. Desp. Humberto Guimarães	Plaza Atheneê	SO
2001	R. Prof. Abdon Arroxelas	Ponta da Pedra	SC
2001	Av. Silvio Carlos Viana	Varandas do Atlântico	DC
2001	Av. Prof. Sandoval Arroxelas	Zaffiro	CR
2001	Av. Silvio Carlos Viana	Rodin	SC
2001	R. Prof. Abdon Arroxelas	Rosa Marina	CR
2001	R. Carlos Tenório	Atlântico Sul	CC
2001	Av. Dep. José Lages	Antilhas	DC
2001	R. Desp. Humberto Guimarães	Cataluna	DR e DC
2001	R. Durval Guimarães	Montceny	DR e DC
2001	Av. Prof. Sandoval Arroxelas	Donatello	DR
2001	R. Prof. Vital Barbosa	Sabará	CR e DR
2002	R. Prof. Hygia Vasconcelos	Cap. Ferrat	DC e SC
2002	R. Hélio Pradines	Chrysler Leite	SR
2002	R. Gaspar Ferrari Moura	Vitória	DC
2002	R. Manoel Ribeiro da Rocha	Marc Chagall	DC e DR
2002	R. Desp. Humberto Guimarães	Barcelona	DR
2002	Av. Prof. Sandoval Arroxelas	Rayon	DC
2002	R. Prof. Abdon Arroxelas	Saint Exupery	DR
2003	R. Sen. Rui Palmeira	Resedá	CR e CC
2003	R. Durval Guimarães	Évora Monte	CC
2003	R. Durval Guimarães	Luxor	CC e DC
2003	R. Eng. Mário de Gusmão	Lyon	DR
2003	Av. Dep. José Lages e R. Santo Eduardo	Rios do Éden (Gion e Pizon)	SEM VARANDA
2003	Av. Silvio Carlos Viana	Sirius	DR
2003	R. Manoel Ribeiro e R. Sen. Rui Palmeira	Ametista IV	SEM VARANDA
2003	Av. Sen. Rui Palmeira e R. Dep. Eliseu Teixeira	Onix	SR
2003	R. Desembargador Jerônimo de Albuquerque e R. General Saleiro Pitão	Palazzo Ducale	SC
2003	R. Hélio Pradines	Tourlon	CR e CC
2003	Av. Prof. Vital Barbosa e R. Pompeu	Chateau	DC

**Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas**


	Sarmento	Chambord	
2003	R. Durval Guimarães	Maison D'Elyseé	CC e SC
2003	Av. Silvio Carlos Viana	Manoel Monteiro	SC
2003	Av. Silvio Carlos Viana	Grand Classique	DR
2004	Av. Sen. Rui Palmeira	Castello Della Fontana	CC
2004	R. Durval Guimarães	Everaldo Castro	CR e DR
2004	Av. Prof. Vital Barbosa	Montparnasse	CR, DR e SR
2004	Av. Prof. Vital Barbosa	Estrela de Prata	DC
2004	Av. Prof. Sandoval Arroxelas	Bacarat	DC e SC
2004	Av. Prof. Vital Barbosa	Fidji	CC e SC
2004	R. Durval Guimarães	Namastê	DR e DC
2004	R. Dr. Antônio Cansanção	Francisco Brennand	CR e DR
2004	Av. Prof. Vital Barbosa	Maranello	SEM VARANDA
2004	R. Carlos Tenório	Rodrigo Camelo	CC e DO
2004	R. Gal João Saleiro Pitão	Chateau Du Rhone	DC
2004	R. Gal. João Saleiro Pitão	Suely Mendes de Gusmão	CC e DC
2004	Av. Prof. Vital Barbosa	Porto Mont	SEM VARANDA
2004	Av. Prof. Vital Barbosa	Athemion	CR e SR
2004	Av. Prof. Vital Barbosa	Porto Madero	DR
2005	Av. Dep. José Lages	Ana Lins	DR
2005	Av. Prof. Vital Barbosa	Tyche	CC e DC
2005	Av. Prof. Vital Barbosa	Lapidus	CC e DC
2005	Av. Prof. Vital Barbosa	Cassis	CC e DC
2005	R. Hélio Pradines	Pérgamo	CR e CC
2005	Av. Prof. Sandoval Arroxelas	Place Vendôme	CC e SC
2006	R. Gal. João Saleiro Pitão	Dionísio Albuquerque	DR e DC
2006	Av. Prof. Vital Barbosa	Monalisa	CR
2006	Av. Prof. Sandoval Arroxelas e R. Dep. Eliseu Teixeira	Golden Park	CC
2006	R. Dr. Antônio Cansanção	Belaggio	CC e SC
2006	R. Prof. Hygia Vasconcelos	Palazzo Bianchi	DO
2006	R. Sen. Rui Palmeira	Infinit	SEM VARANDA
2007	Av. Dep. José Lages	Fit	DR e SR
2007	R. Desemb. Jerônimo de Albuquerque e R. Durval Guimarães	Gennesis	DC e SC
2007	R. Gal João Saleiro Pitão e R. Valdo Omena	La Place	CR, DR e SC
2007	R. Odilon Vasconcelos e R. Hélio Pradines	Savassi	SEM VARANDA
2007	R. Hélio Pradines e R. José Júlio Sauher	Maria Dalva	CR
2007	R. Prof. Sandoval Arroxelas	Coimbra	DR
2007	R. Hélio Pradines	Montcarlo	DR e SR
2007	Av. Prof. Sandoval Arroxelas e R. Manoel R. da Rocha	Personale	CR e SR
2008	Av. Dep. José Lages	Classic	DC e SC
2008	R. Manoel R. da Rocha e R. Sen. Rui Palmeira	Brilhance	DR e DC
2008	Av. Prof. Vital Barbosa	Damascos e	CC e SC

**Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas**

		Ocenville	
2008	Av. Prof. Vital Barbosa	Spazio Vitale	CR e DO
2008	R. Hélio Pradines e R. Manoel R. da Rocha	Breezes	CR
2008	R. Dr. José Correia Filho	Amalfi	SEM VARANDA
2009	R. Lourenço Moreira da Silva	Mont Vernon	DR
2009	R. Hélio Pradines	Dubai	CR e DR


Quadro 3 – Classificação das tipologias das varandas dos edifícios analisados.  
Fonte: A autora (2009).

Para facilitar a classificação das varandas, visto que alguns dos edifícios analisados possuem mais de uma tipologia de varanda, foi elaborado o quadro 4.

TIPOLOGIAS	EDIFÍCIOS	QUANTIDADE (% em relação ao total)
<b>CR</b> 	Thásos, Profº Hermano Pedrosa, Piazza Navona, Villa Bella, Mont Blanc, Rosa Marina, Zaffiro, Sabará, Resedá, Turlon, Montparnasse, Francisco Brennand, Everaldo Castro, Monalisa, Monticatine, Maria Dalva, Athemion, Pérgamo, La Place, Personale, Spazio Vitale, Breezes e Dubai.	25,30%
<b>CC</b> 	Mônaco, Parthenon, Paul Gauguin, Ravello, Pharaons, Atlântico Sul, Desirée, Resedá, Lúxor, Évora Monte, Maison D'Elysée, Fidji, Castello Della Fontana, Rodrigo Camelo, Suelly de Gusmão, Tyche, Lápídu, Cassis, Pérgamo, Place Vendome, Golden Park, Belaggio, Damascus e Ocean Ville.	26,40%
<b>CO</b>	Não foram encontradas varandas com essa tipologia.	0
<b>DR</b> 	Profº Hermano Pedrosa, Mônaco, Anthony Leahy, Mont Blanc, Cataluna, Montceny, Donatello, Sabará, Marc Chagal, Barcelona, Saint Exupery, Lyon, Sirius, Grand Classique, Namastê, Mont Parnasse, Francisco Brennand, Everaldo Castro, Porto Madero, Ana Lins, Belaggio, Dionísio Albuquerque, La Place, Coimbra, Montcarlo, Fit, Brilhance e Mont Vernon e Dubai.	31,90%
<b>DC</b> 	Mônaco, Ilha de Creta, Revenant, Cataluna, Desirée, Antilhas, Lausane, Varandas do Atlântico, Rayon, Marc Chagal, Vitória, Cap. Ferrat, Lúxor, Chateau Chambord, Suely de Gusmão, Estrela de Prata, Namastê, Baccarat, Chateau Du Rhone, Tyche, Lápídu, Cassis, Dionísio Albuquerque, Brilhance e Classic.	27,50%
<b>DO</b> 	Rodrigo Camelo, Belaggio, Palazzo Bianch e Spazio Vitale.	4,40%
<b>SR</b> 	Anthony Leahy, Chrysler Leite, Onix, Montparnasse, Fit, Montcarlo, Personale e Athemion..	8,80%
<b>SC</b> 	Revenant, Ilha de Creta, Ponta da Pedra, Rodin, Cap. Ferrat, Palazzo Ducale, Manoel Monteiro, Maison D'Elysée, Baccarat, Fidji, Place Vendome, Belaggio, Gênnesis, La Place, Classic, Damascus e Ocean Ville.	18,70%
<b>SO</b>	Plaza Atheneê	1,10%
<b>Sem varanda</b>		7,70%



Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas

	Ametista IV, Gion e Pizón (Rios do Éden), Maranello, Porto Montt, Infinit, Savassi e Amalfi
---	---

Quadro 4 - Sistematização das características das varandas dos edifícios estudados.

Fonte: A autora (2009).

Outros critérios como a profundidade da varanda (quadro 5), a orientação e o fechamento do peitoril (quadro 6), foram levados em consideração para a escolha das tipologias do **Grupo 1**.

PROFUNDIDADE	QUANTIDADE
$0 < x \leq 1,50 \text{ m}$	49
$1,50 < x \leq 3,00 \text{ m}$	47
$x > 3,00 \text{ m}$	5

Quadro 5 - Quantidade de edifícios para cada intervalo de profundidade estabelecido.

Fonte: A autora (2009).

FECHAMENTO DO PEITORIL	QUANTIDADE
VIDRO	16
ALVENARIA	21
MISTO	39

Quadro 6 - Quantidade de edifícios para cada tipo de peitoril identificado.

Fonte: A autora (2009).

Esses números são baseados na ocorrência de cada situação de varanda, podendo num mesmo edifício ser encontrada mais de uma situação para qualquer um dos parâmetros acima estabelecidos. As linhas marcadas em vermelho destacam as características das varandas que mais ocorrem nos edifícios analisados.

Com base na observação de todos os critérios sistematizados, das varandas existentes, foram escolhidas seis tipologias para serem submetidas à simulação computacional, formando as tipologias do **Grupo 1** (quadro 7).

<b>G1: CR1</b>	Varanda confinada, retangular, com profundidade de 0,70m, peitoril de alvenaria e com orientação para norte (Edf. Thásos)
<b>G1: DR1</b>	Varanda de canto, retangular, com profundidade de 4,20m, peitoril misto e orientação para sudoeste (Edf. Grand Classique)
<b>G1: DR2</b>	Varanda de canto, retangular, com profundidade de 1,86m, peitoril misto e com orientação para norte (Edf. FIT)



<b>G1: CR2</b>	Varanda confinada, retangular, com profundidade de 1,20m, peitoril de vidro e com orientação da fachada para sul (Edf. Hermano Pedrosa)
<b>G1: SR1</b>	Varanda em saque, retangular, com profundidade de 1,50m, peitoril misto e com orientação da fachada para sul (Edf. Ana Lins)
<b>G1: SR2</b>	Varanda em saque, retangular, com profundidade de 1,63m, peitoril de vidro e fachada orientada para oeste (Edf. Montparnasse)

Quadro 7 - Tipologias de varandas do Grupo 1.  
Fonte: A autora (2009).

No quadro 7, o código que representa cada tipologia foi elaborado da seguinte forma:

- G1 – representa o Grupo 1;
- CR, DR e SR – representam a tipologia da varanda; e
- O número que acompanha CR, DR e SR é utilizado quando essas tipologias se repetem para diferenciá-las.

Exemplo:

**G1: CR1 – Grupo 1: Tipologia Confinada Retangular 1.**

Num segundo momento, buscaram-se tipologias de varandas que tenham um desempenho mais adequado às características da cidade estudada quanto ao sombreamento. Para isso, foram confeccionadas máscaras de sombra, a partir da carta solar de Maceió, utilizando-se do programa Analysis SOL-AR 6.2 (Labee, 2009), obtendo as tipologias do **Grupo 2**.

O SOL-AR é um programa gráfico que permite a obtenção da carta solar da latitude especificada, auxiliando no projeto de proteções solares através da visualização gráfica dos ângulos de projeção desejados sobre transferidor de ângulos, que pode ser plotado para qualquer ângulo de orientação (figura 19).

Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas

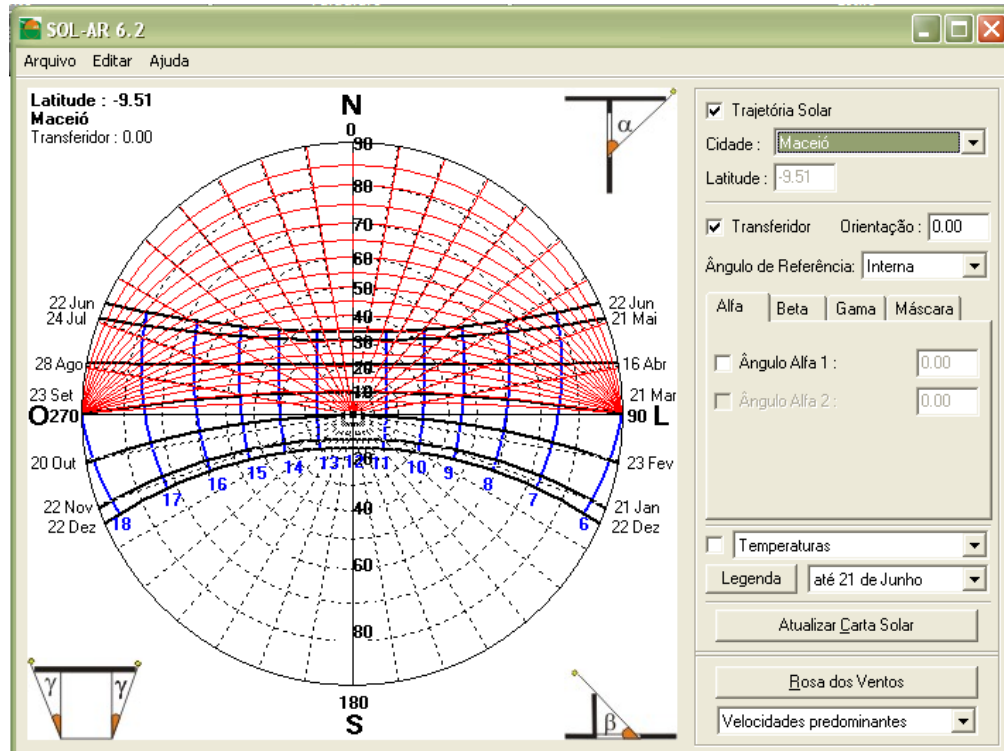


Figura 19 - Programa Analysis SOL-AR.  
Fonte: Labeee (2009).

O programa também permite, para as cidades com dados horários disponíveis na base de dados, a visualização de intervalos de temperatura anuais correspondentes às trajetórias solares ao longo do ano e do dia (figura 20).

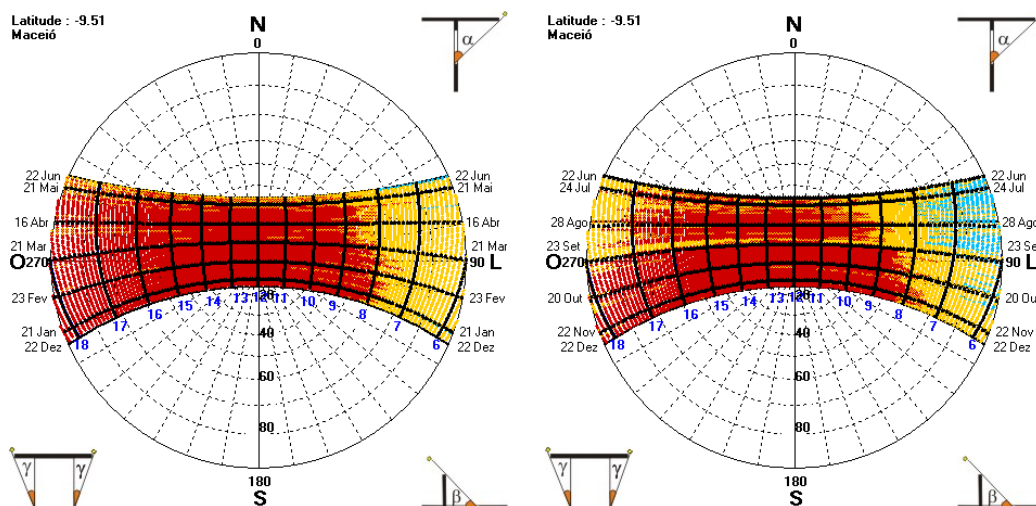


Figura 20 - Visualização de intervalos de temperatura anuais correspondentes às trajetórias solares ao longo do ano e do dia para latitude de Maceió.

Fonte: Labeee (2009).

Para estas cidades, o programa também oferece a possibilidade de obtenção da rosa dos ventos para frequência de ocorrência dos ventos e velocidade média para cada estação do ano em oito orientações (N, NE, L, SE, S, SO, O, NO). Esse recurso para análise de ventilação não será considerado neste trabalho.

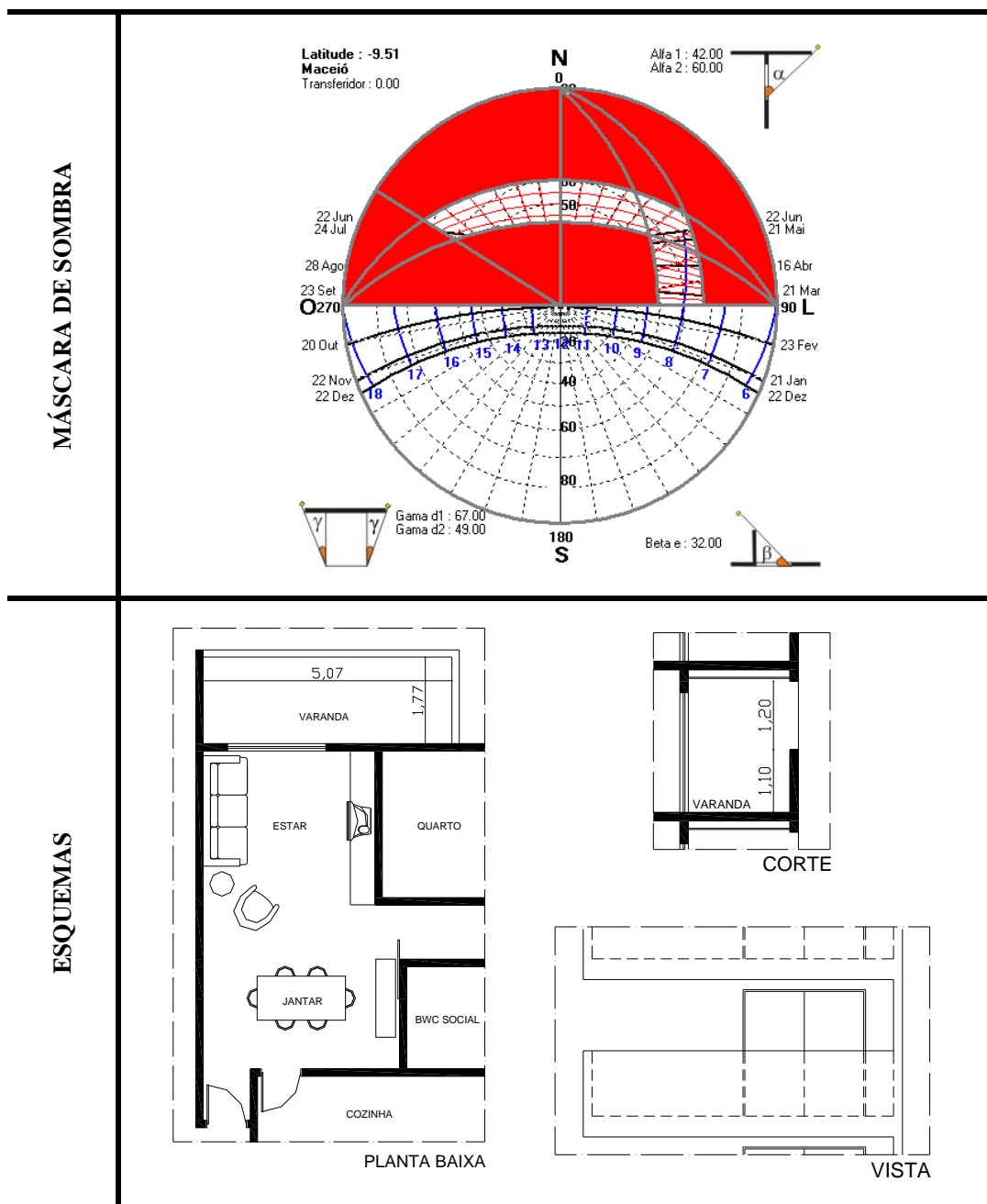
O programa possui um banco de dados com algumas cidades e sua latitude, longitude e dados de temperatura e vento disponíveis em arquivos CSV (Valores Separados por Vírgula): Belém, Brasília, Curitiba, Florianópolis, Fortaleza, Maceió, Natal, Porto Alegre, Recife, Rio de Janeiro, Salvador, São Luis, São Paulo, Vitória.

As máscaras de sombra foram confeccionadas para as 8 principais orientações (norte, nordeste, leste, sudeste, sul, sudoeste, oeste e noroeste), das quais os períodos analisados foram nos solstícios e equinócios, das 9h às 16h, quando a temperatura se encontra acima de 25°, embora o programa mostre que essa temperatura também é alcançada em outros horários. No entanto o período definido permite condições razoáveis para se alcançar o objetivo proposto pelos protetores solares em questão. Foram considerados peitoris de alvenaria de 1,10m e aberturas (portas entre a sala de estar e a varanda) de 2,0m x 2,10m. Os materiais das esquadrias não foram considerados para elaboração das máscaras de sombra (quadros 8 – 15).

**TIPOLOGIA: G2: DR1**

**ORIENTAÇÃO: NORTE**

Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas

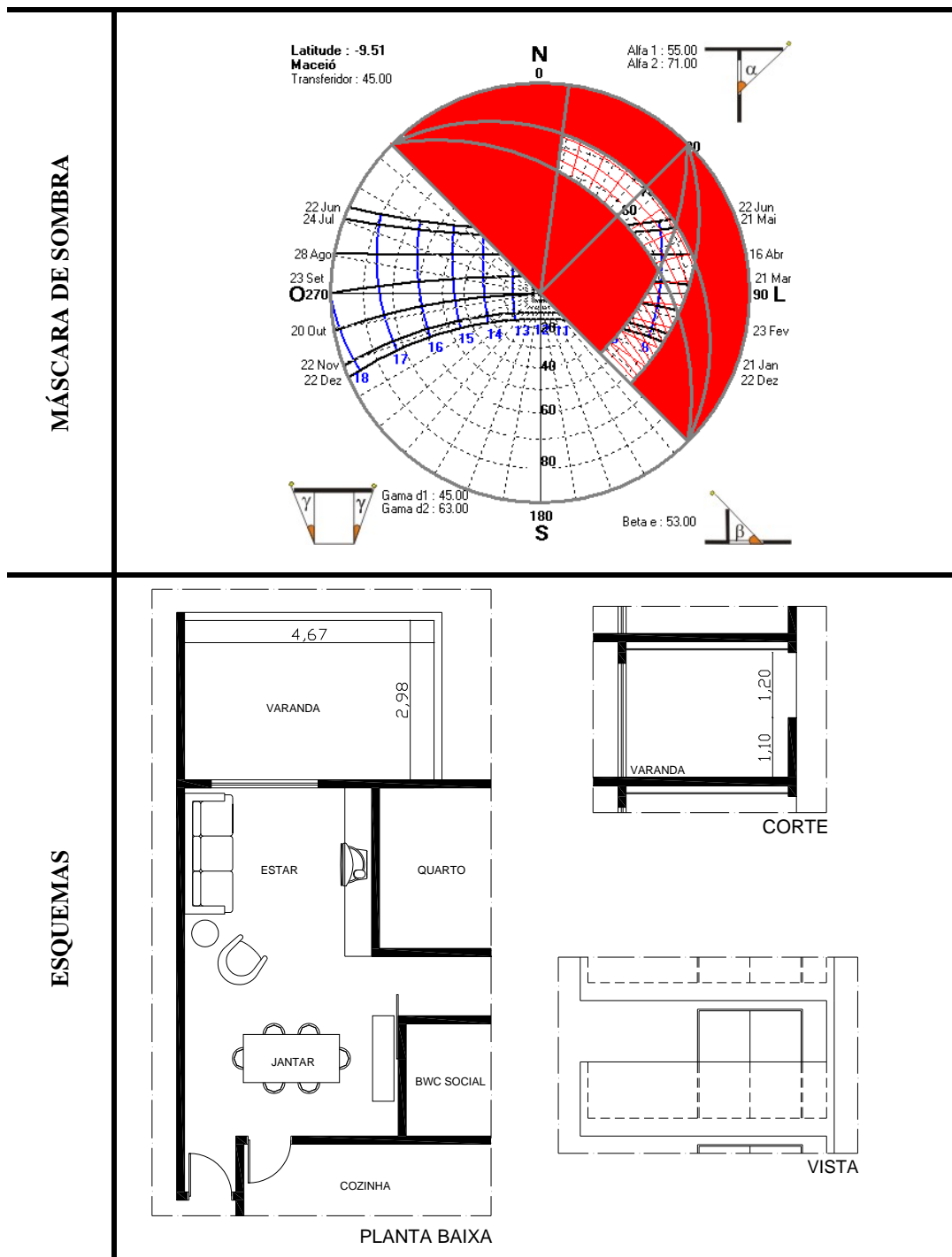


Quadro 8 – Confeção da tipologia G2: DR1 a partir da máscara de sombra para a orientação norte.  
Fonte: A autora (2010).

**TIPOLOGIA: G2: DR2**

**ORIENTAÇÃO: NORDESTE**

Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas



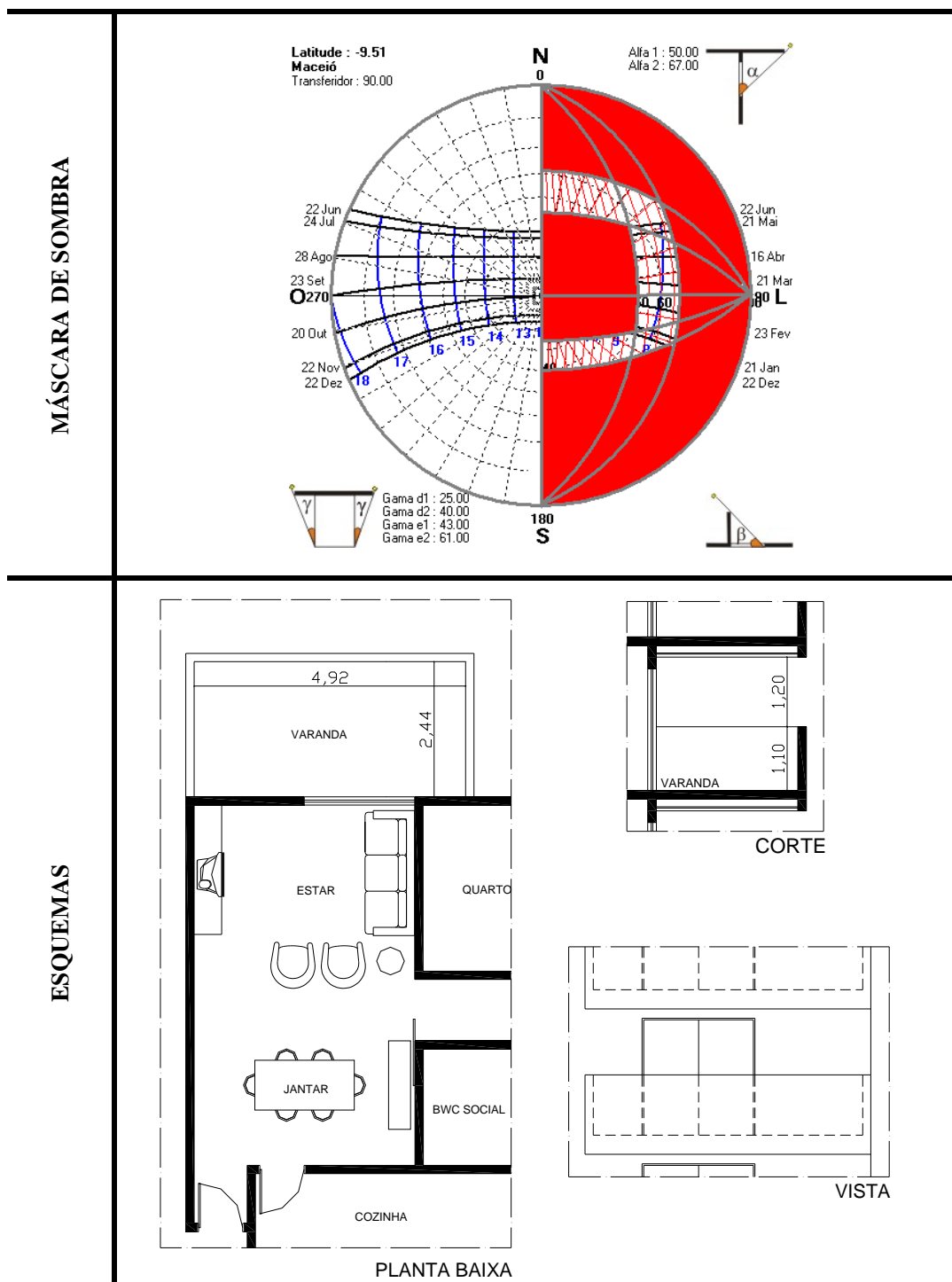
Quadro 9 - Confeção da tipologia G2: DR2 a partir da máscara de sombra para a orientação nordeste.

Fonte: A autora (2010).

**TIPOLOGIA: G2: SR1**

**ORIENTAÇÃO: LESTE**

Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas



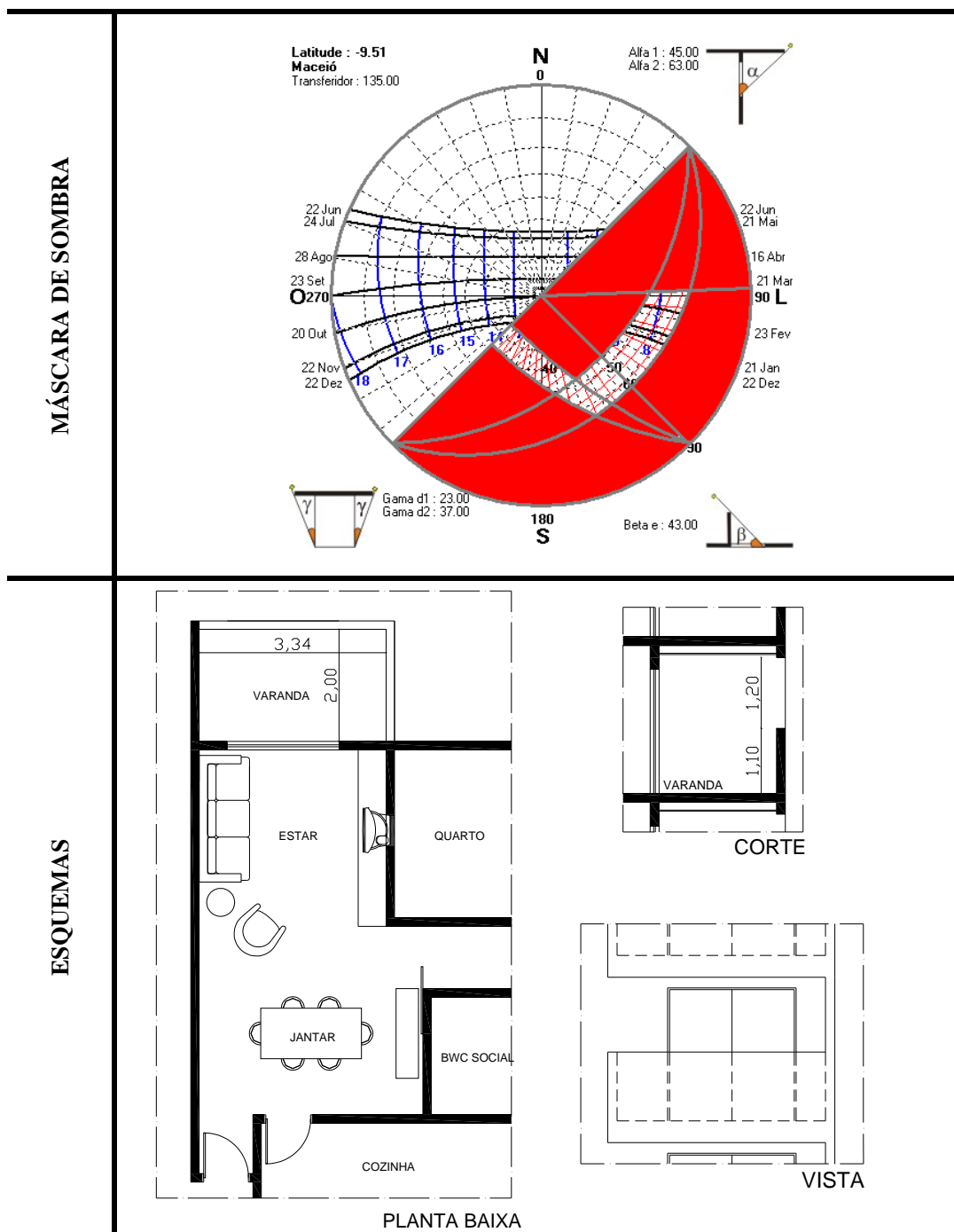
Quadro 10 - Confeção da tipologia G2: SR1 a partir da máscara de sombra para a orientação leste.

Fonte: A autora (2010).

TIPOLOGIA: G2: DR3

ORIENTAÇÃO: SUDESTE

Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas



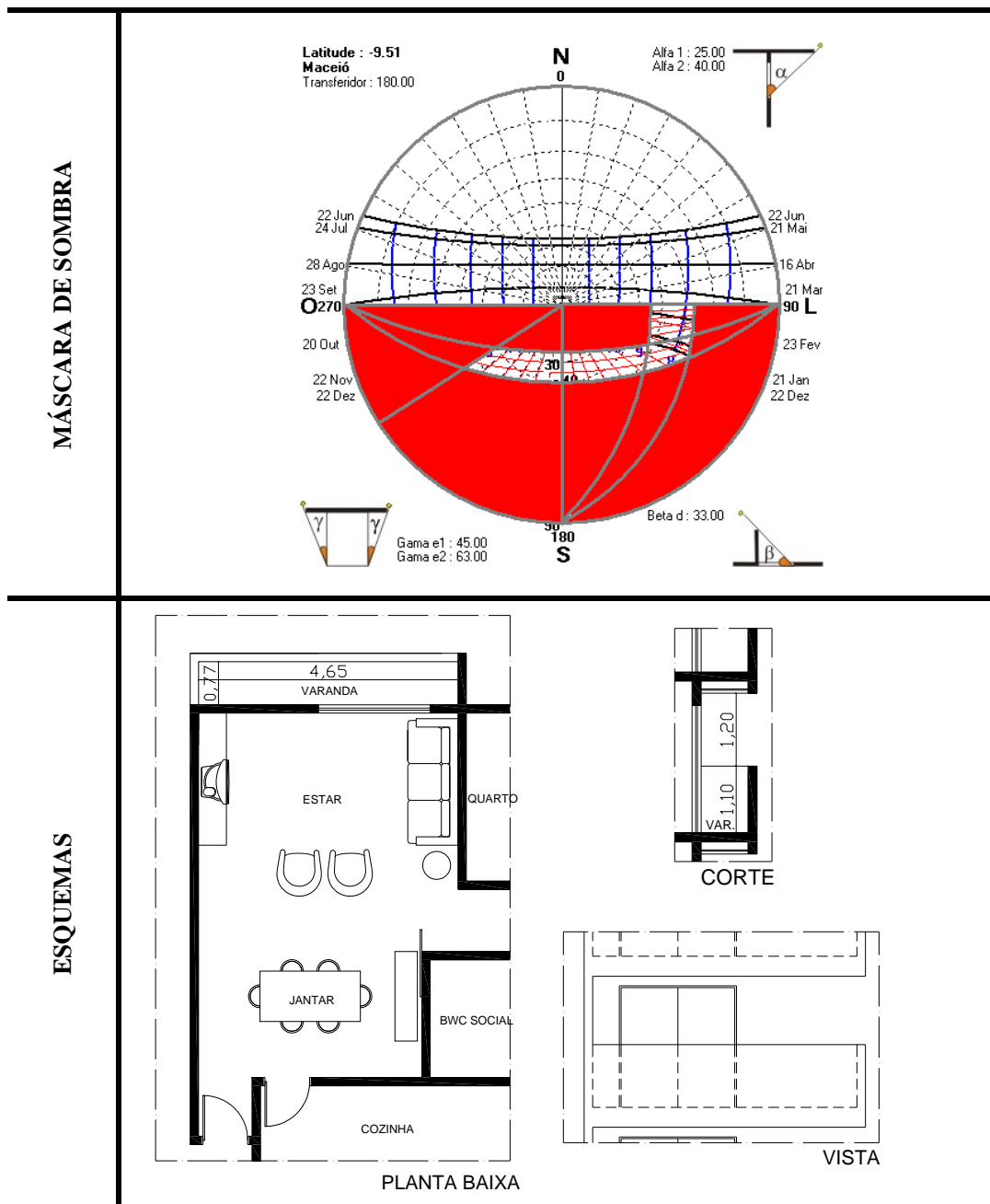
Quadro 11 - Confeção da tipologia G2: DR3 a partir da máscara de sombra para a orientação sudeste.

Fonte: A autora (2010).

TIPOLOGIA: G2: DR4

ORIENTAÇÃO: SUL

Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas



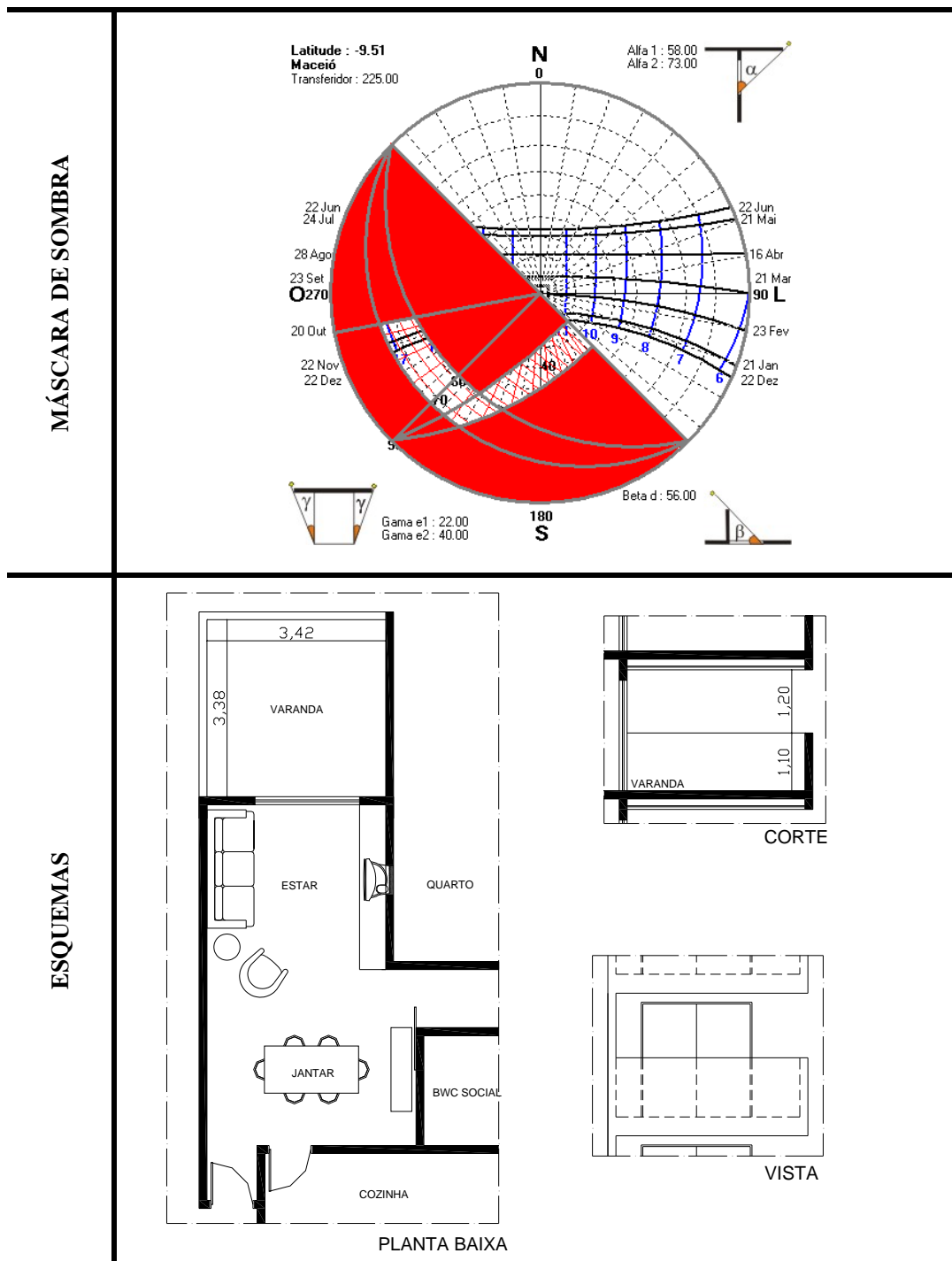
Quadro 12 - Confeção da tipologia G2: DR4 a partir da máscara de sombra para a orientação sul.  
Fonte: A autora (2010).

TIPOLOGIA: G2: DR5

ORIENTAÇÃO: SUDOESTE



Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas



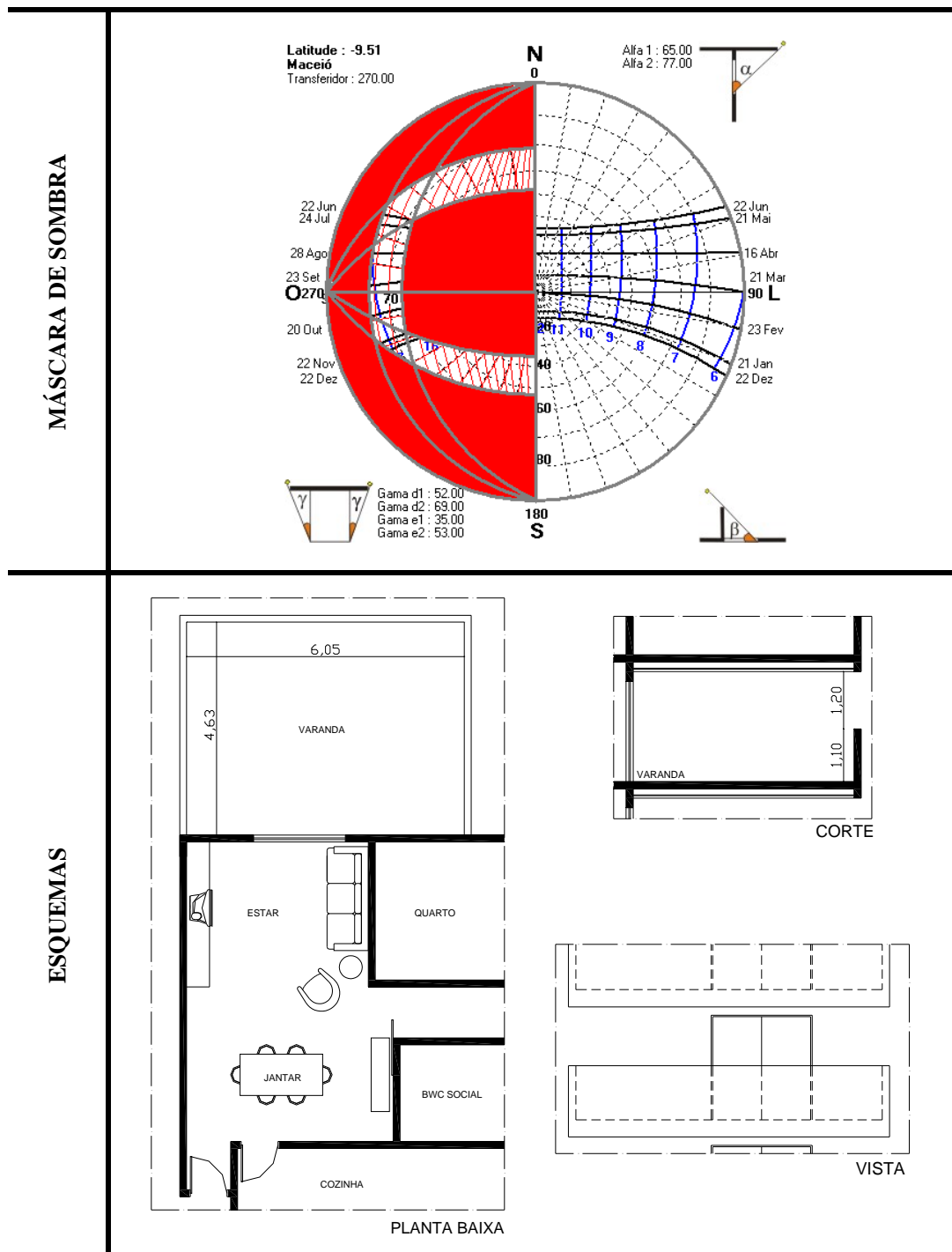
Quadro 13 - Confeção da tipologia G2: DR5 a partir da máscara de sombra para a orientação sudoeste.

Fonte: A autora (2010).

TIPOLOGIA: G2: SR2

ORIENTAÇÃO: OESTE

Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas

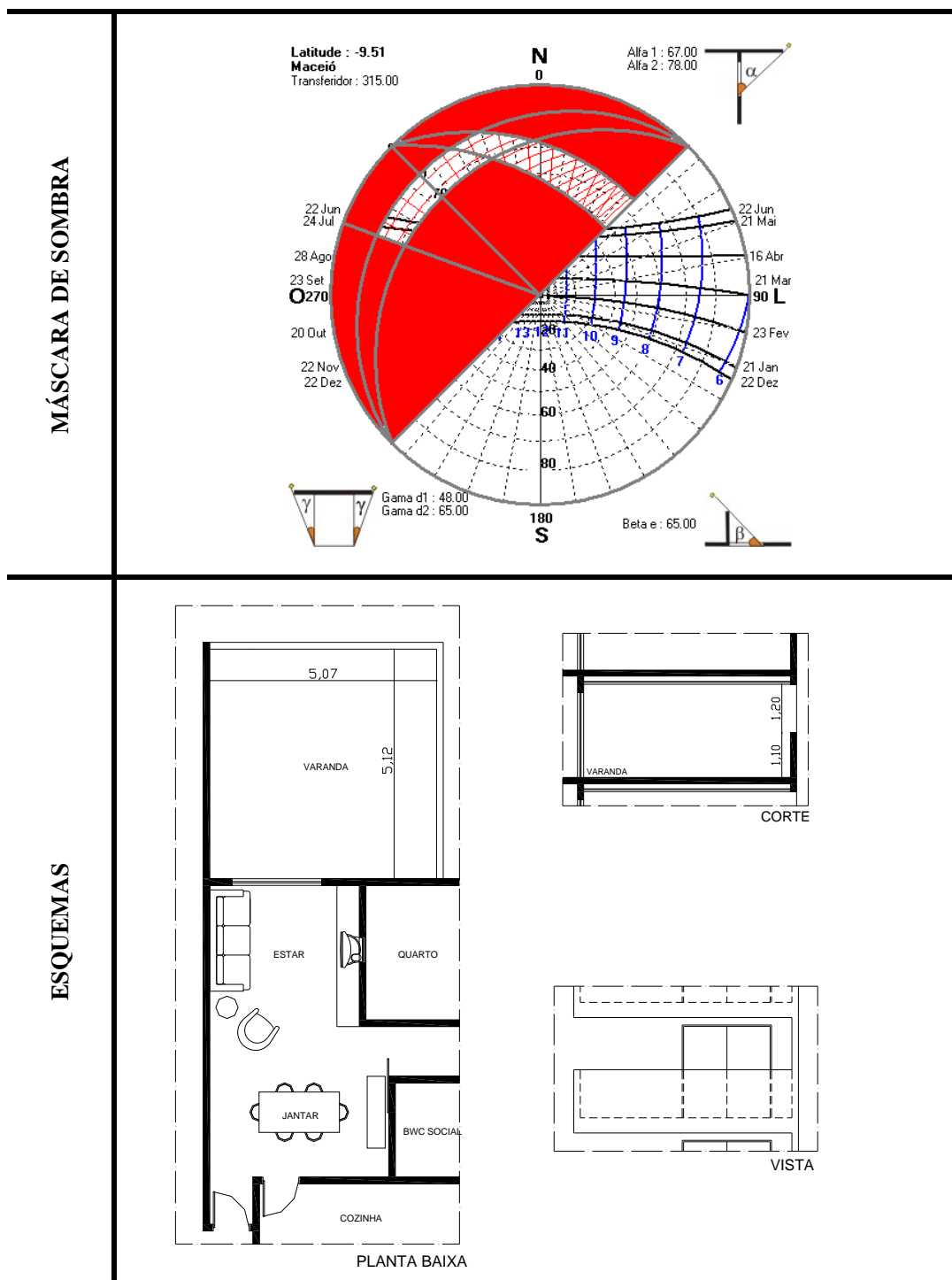


Quadro 14 - Confeção da tipologia G2: SR2 a partir da máscara de sombra para a orientação oeste.  
Fonte: A autora (2010).

**TIPOLOGIA: G2: DR6**

**ORIENTAÇÃO: NOROESTE**

Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas



Quadro 15 - Confeção da tipologia G2: DR6 a partir da máscara de sombra para a orientação noroeste.

Fonte: A autora (2010).

## 2.5. Simulações computacionais

Nesta etapa serão realizadas simulações computacionais da insolação e iluminação natural que contribuirão para a análise crítica sobre a situação das varandas examinadas e para as recomendações de projeto com base nesses aspectos.

Primeiramente, as seis tipologias do **Grupo 1** foram submetidas à simulação computacional da insolação no programa Google SketchUp 7 (Google, 2009). Este programa é disponibilizado na versão gratuita no endereço eletrônico do fabricante. Ele se destaca dos programas de modelagem tridimensional pela simplicidade em seu uso e pela integração com outros programas CAD (*computer aided design*) (figura 21).

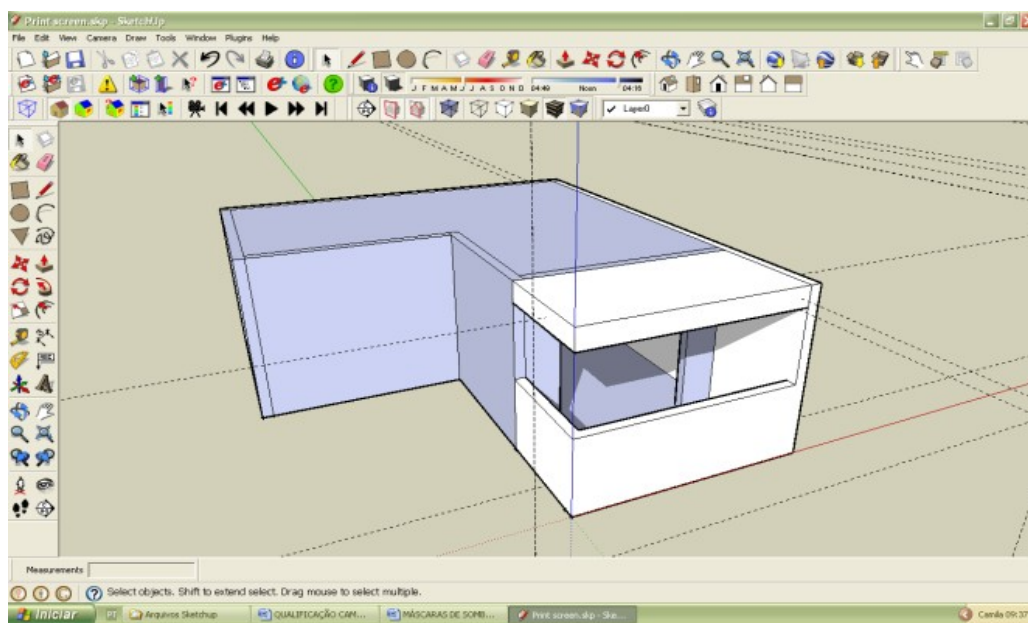


Figura 21 - Google SketchUp 7.  
Fonte: Google (2009).

Após a realização da modelagem volumétrica, configurou-se a latitude e longitude para Maceió através do comando *Model Info - Location*. A abertura da fachada onde está a varanda foi orientada, através do comando *Solar Orientation* (figura 22). Foram realizadas simulações para os solstícios e equinócios<sup>3</sup>, de acordo com a orientação de cada varanda, e

---

<sup>3</sup> Para simulação nos programas computacionais o equinócio de outono foi considerado como dia 21/março; solstício de inverno como dia 21/junho; equinócio de primavera como dia 21/setembro; e solstício de verão como dia 21/dezembro.

para os horários em que a insolação incide na fachada. No Google SketchUp 7, o horário e o período do ano são programados através do comando *Shadow Settings* (figura 23).

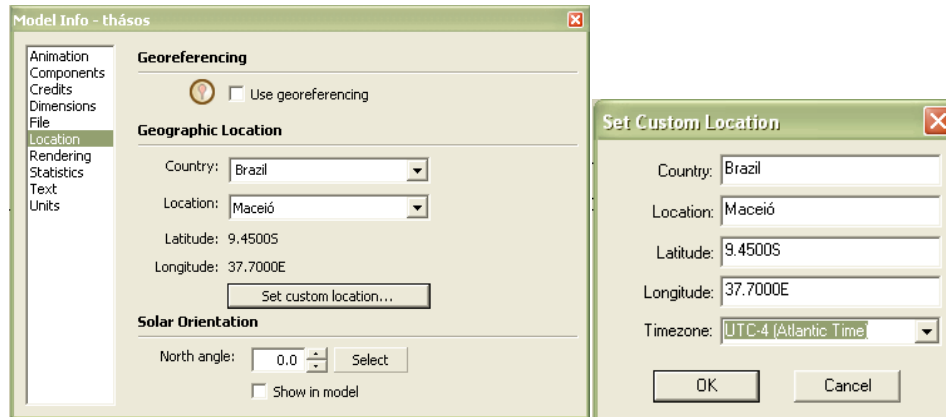


Figura 22 - Configuração da latitude e da longitude no Google SketchUp 7.  
Fonte: Google (2009).

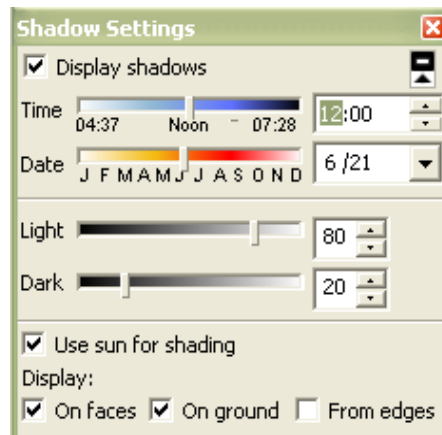


Figura 23 - Configuração do período do ano e do horário a ser simulado.  
Fonte: Google (2009).

Primeiramente, para análise do sombreamento, serão levados em consideração os seguintes aspectos:

- a) Localização da varanda na planta baixa do apartamento
- b) Profundidade da varanda
- c) Sua relevância na orientação para qual está posicionada
- d) Seu desempenho ambiental quanto à insolação
- e) A influência dos peitoris

Em segundo lugar, será simulado o desempenho da iluminação natural nos ambientes protegidos da insolação pelas varandas das tipologias do **Grupo 1** e do **Grupo 2**.

Serão analisadas as contribuições da luz do sol e do céu, refletidas, com a da componente direta, obtidas através de simulações computacionais e utilizando como parâmetro as iluminâncias médias em um plano de trabalho horizontal no interior de uma sala de referência. Para tal, será utilizado o programa computacional TropiLux 3.0, criado por Cabús (2002) como ferramenta para sua tese de doutorado (figura 24). Este programa utiliza a técnica do Raio Traçado com Método Monte Carlo e coeficientes de luz natural (CLD) e permite que a contribuição do sol e do céu para a iluminação total seja dimensionada separadamente, assim como permite dimensionar a Componente de Céu direta em separado das componentes refletidas (ARAÚJO; CABÚS, 2007). Será adotada uma margem de erro de 5%, com nível de confiança de 95%, como recomendado por Cabús (2008). Os valores de iluminância difusa horizontal foram baseados nas equações da IES (1984).

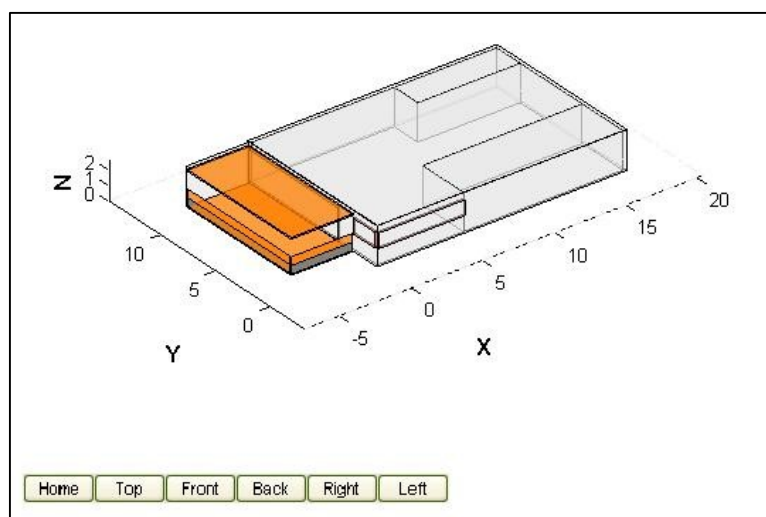
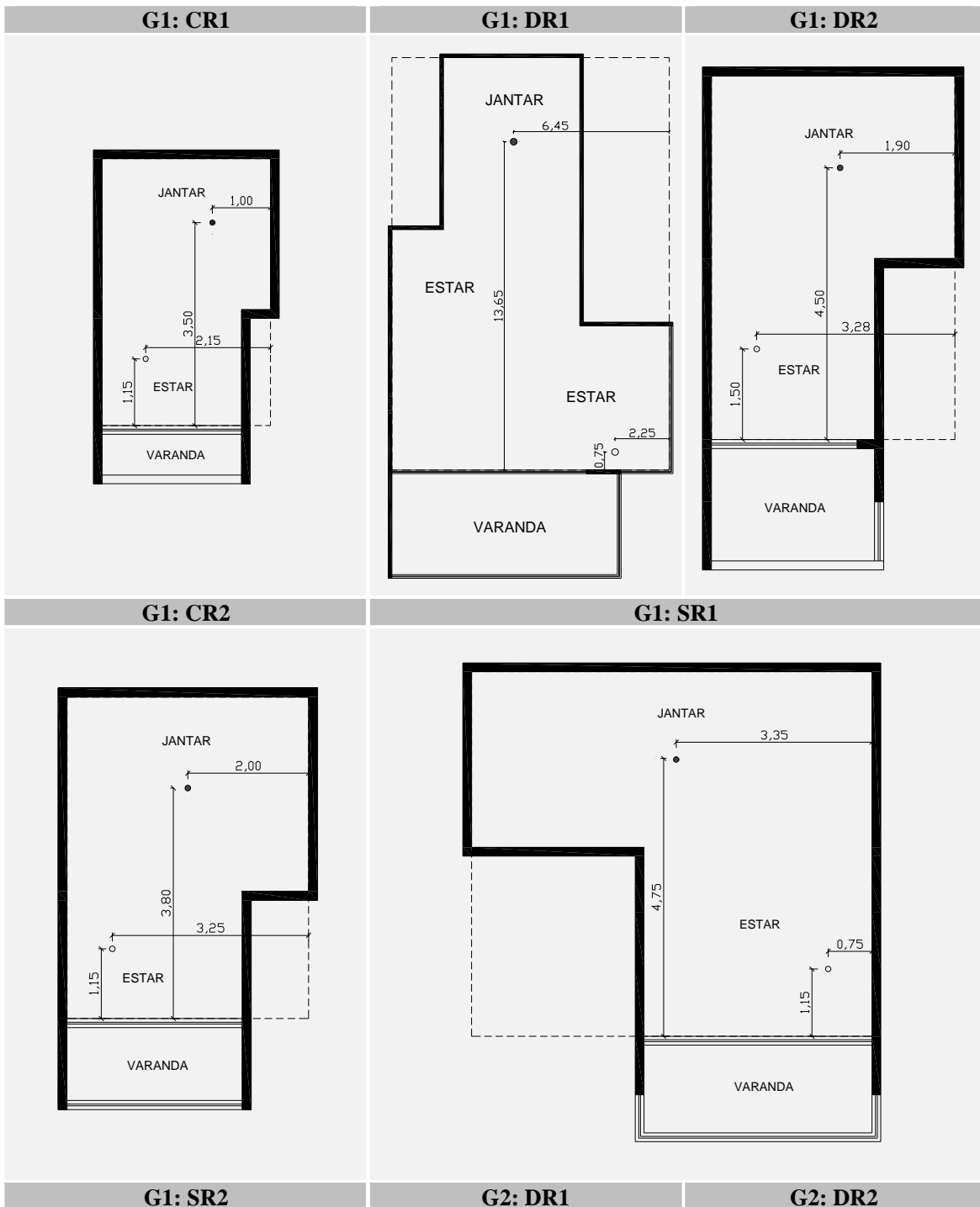


Figura 24 - Programa de simulação computacional da iluminação natural, Tropilux 3.0.  
Fonte: Tropilux (2010).

Serão simuladas 14 tipologias, 6 do **Grupo 1** e 8 do **Grupo 2**, para o céu parcialmente nublado – típico da cidade de Maceió –, e para todas as horas do dia. Será analisada a

iluminância em dois pontos da sala, um no sofá da sala de estar e outro na mesa de jantar (quadro 16).

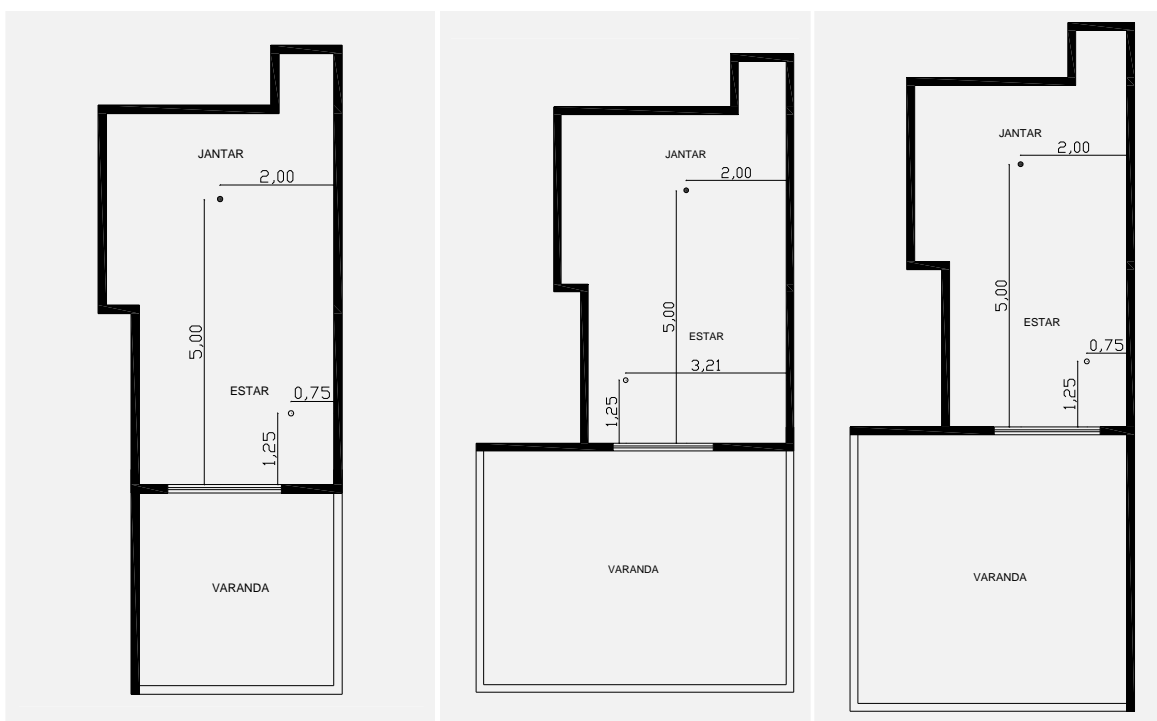


Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas





Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas



Quadro 16 - Coordenadas dos pontos do sofá e da mesa nas tipologias estudadas.  
Fonte: A autora (2010).

Os quadros 16 e 17 sintetizam as informações necessárias para a simulação da iluminação natural no Troplux 3 para as tipologias do **Grupo 1**. Os valores de refletância média das superfícies foram obtidos com base na tabela fornecida por Tregenza; Loe, (2004, p. 159).

		LOCALIZAÇÃO	MATERIAIS	COR	REFLETÂNCIA	
TIPOLOGIAS (GRUPO 1)	G1: CR1	Sala	Piso	Cerâmica	Branco gelo	0,50
			Teto	Tinta PVA	Branco neve	0,70
			Parede	Tinta acrílica	Branco neve	0,60
		Varanda	Piso	Cerâmica	Branco gelo	0,50
			Teto	Tinta PVA	Branco neve	0,70
			Parede	Cerâmica	Cinza escuro	0,14
	G1: DR1	Sala	Piso	Cerâmica	Branco gelo	0,50
			Teto	Tinta PVA	Branco neve	0,70
			Parede	Tinta acrílica	Branco neve	0,60
		Varanda	Piso	Cerâmica	Branco gelo	0,50
			Teto	Madeira	Marrom médio	0,20
			Parede	Cerâmica	Cinza médio	0,30
G1: DR2	Sala	Piso	Cerâmica	Branco gelo	0,50	
		Teto	Tinta PVA	Branco neve	0,70	
		Parede	Tinta acrílica	Branco neve	0,60	

Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas

	Varanda	Piso	Cerâmica	Branco gelo	0,50	
		Teto	Tinta PVA	Branco neve	0,70	
		Parede	Cerâmica	Branco gelo	0,50	
	G1: CR2	Sala	Piso	Cerâmica	Branco gelo	0,50
			Teto	Tinta PVA	Branco neve	0,70
			Parede	Tinta acrílica	Branco neve	0,60
		Varanda	Piso	Cerâmica	Branco gelo	0,50
			Teto	Tinta PVA	Branco neve	0,70
			Parede	Cerâmica	Azul escuro	0,20
	G1: SR1	Sala	Piso	Cerâmica	Branco gelo	0,50
			Teto	Tinta PVA	Branco neve	0,70
			Parede	Tinta acrílica	Branco neve	0,60
		Varanda	Piso	Cerâmica	Branco gelo	0,50
			Teto	Madeira	Média	0,20
			Parede	Cerâmica	Cinza claro	0,40
	G1: SR2	Sala	Piso	Cerâmica	Branco gelo	0,50
			Teto	Tinta PVA	Branco neve	0,70
			Parede	Tinta acrílica	Branco neve	0,60
Varanda		Piso	Cerâmica	Branco gelo	0,50	
		Teto	Madeira	Média	0,20	
		Parede	Cerâmica	Cinza claro	0,40	

Quadro 17- Refletâncias consideradas na simulação computacional para cada tipologia do Grupo 1.

Fonte: A autora (2010).

TIPOLOGIAS (GRUPO 1)	ORIENTAÇÃO	AZIMUTE (°)	COORDENADAS DO PONTO DO SOFÁ	COORDENADAS NO PONTO DA MESA
G1: CR1	norte	180	x = 1,15m y = 2,15m	x = 3,50m y = 4,00m
G1: DR1	sudoeste	45	x = 0,75m y = 2,25m	x = 13,65m y = 6,45m
G1: DR2	norte	180	x = 1,5m y = 3,28m	x = 4,50m y = 1,90m
G1: CR2	sul	0	x = 1,15m y = 3,25m	x = 3,80m y = 2,00m
G1: SR1	sul	0	x = 1,15m y = 0,75m	x = 4,75m y = 3,35m
G1: SR2	oeste	90	x = 0,75m y = 1,50m	x = 6,30m y = 3,35m

Quadro 18 – Orientação, azimute e coordenadas dos pontos do sofá e da mesa considerados na simulação computacional para cada tipologia do Grupo 1.

**Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas**

Fonte: A autora (2010).

Os quadros 18 e 19 sintetizam as informações necessárias para a simulação da iluminação natural no Troplux 3 para as tipologias do **Grupo 2**.

		LOCALIZAÇÃO	MATERIAIS	COR	REFLETÂNCIA	
TIPOLOGIAS (GRUPO 2)	G2: DR1	Sala	Piso	Cerâmica	Branco gelo	0,50
	G2: DR2		Teto	Tinta PVA	Branco neve	0,70
	G2: SR1		Parede	Tinta acrílica	Branco neve	0,60
	G2: DR3	Varanda	Piso	Cerâmica	Branco gelo	0,50
	G2: DR4		Teto	Madeira	Marrom médio	0,20
	G2: DR5		Parede	Cerâmica	Cinza claro	0,40
	G2: SR2					
	G2: DR6					

Quadro 19 - Refletâncias consideradas na simulação computacional para as tipologias do Grupo 2.

Fonte: A autora (2010).

TIPOLOGIAS (GRUPO 2)	ORIENTAÇÃO	AZIMUTE (°)	COORDENADAS DO PONTO DO SOFÁ	COORDENADAS NO PONTO DA MESA
G2: DR1	norte	180	x = 1,25m y = 0,75m	x = 5,00m y = 2,00m
G2: DR2	nordeste	225	x = 1,25m y = 0,75m	x = 5,00m y = 2,00m
G2: SR1	leste	270	x = 1,25m y = 3,24m	x = 5,00m y = 2,00m
G2: DR3	sudeste	315	x = 1,25m y = 0,75m	x = 5,00m y = 2,00m
G2: DR4	sul	0	x = 1,25m y = 3,90m	x = 5,00m y = 2,00m
G2: DR5	sudoeste	45	x = 1,25m y = 0,75m	x = 5,00m y = 2,00m
G2: SR2	oeste	90	x = 1,25m y = 3,21m	x = 5,00m y = 2,00m
G2: DR6	noroeste	135	x = 1,25m y = 0,75m	x = 5,00m y = 2,00m

Quadro 20 - Orientação, azimute e coordenadas dos pontos do sofá e da mesa considerados na simulação computacional para cada tipologia do Grupo 2.

Fonte: A autora (2010).

As cores utilizadas em cada quadro correspondem às tipologias indicadas. Sempre que se mencionar uma determinada tipologia será utilizada a cor correspondente nesses quadros.

## **2.6. Avaliação e síntese dos resultados**

Feitas as simulações da insolação e da iluminação natural, os resultados foram avaliados do ponto de vista do desempenho quanto ao sombreamento e quanto a iluminação natural, sendo confrontados posteriormente, no item 4.

A partir de então, foi feita uma síntese do resultado baseada nas imagens, gráficos e quadros obtidos a partir das simulações.

## **2.7. Considerações**

Com todo material em mãos, serão elaboradas algumas considerações para a utilização adequada das varandas nos projetos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió, fazendo um melhor aproveitamento das condições ambientais do clima local.



## 3. Resultados e Discussões

### 3.1. Desempenho ambiental da varanda

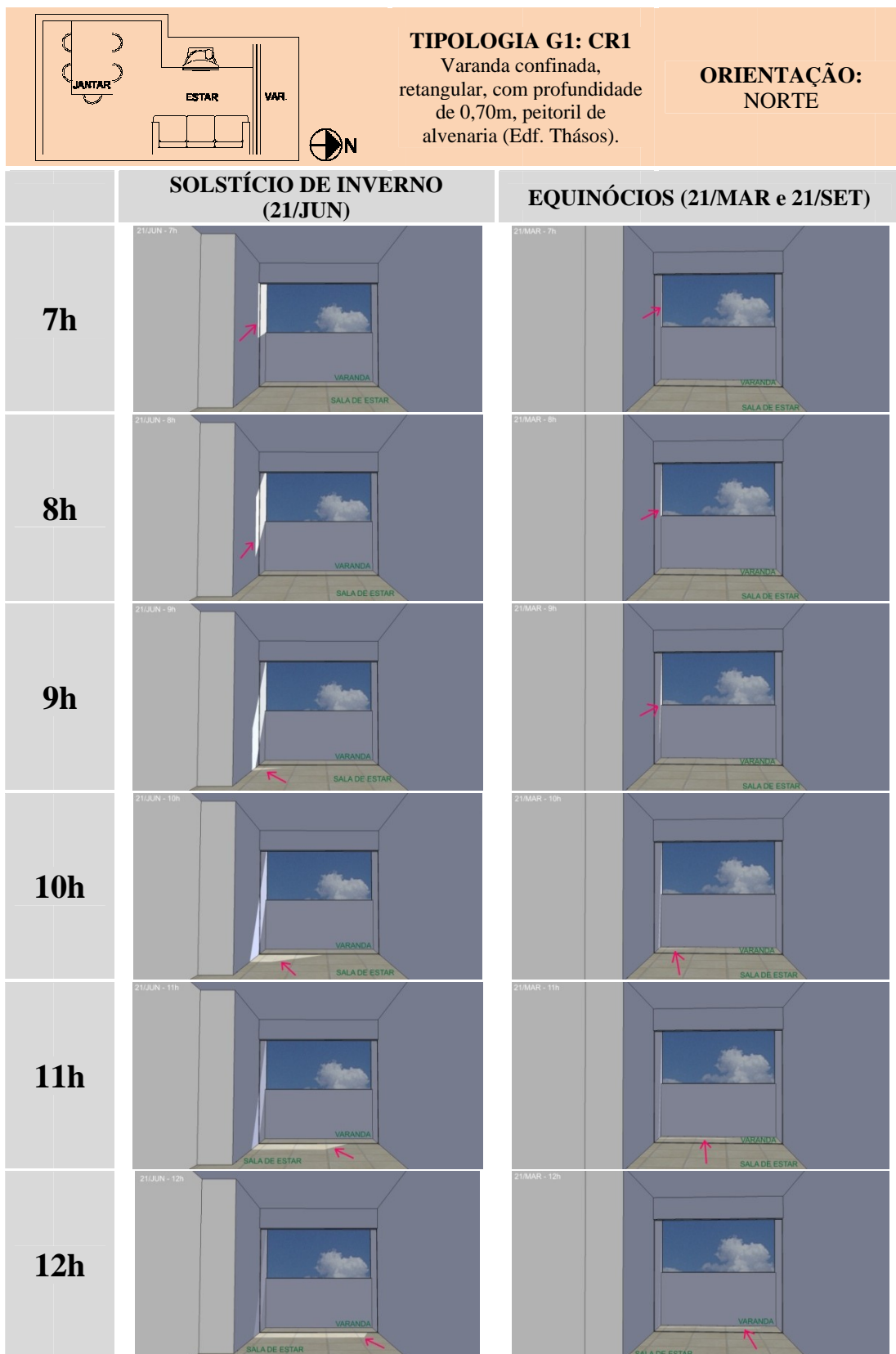
A seguir serão apresentados os resultados das simulações realizadas e as análises destes quanto ao desempenho do sombreamento e da iluminação natural.

#### 3.1.1. Quanto ao sombreamento

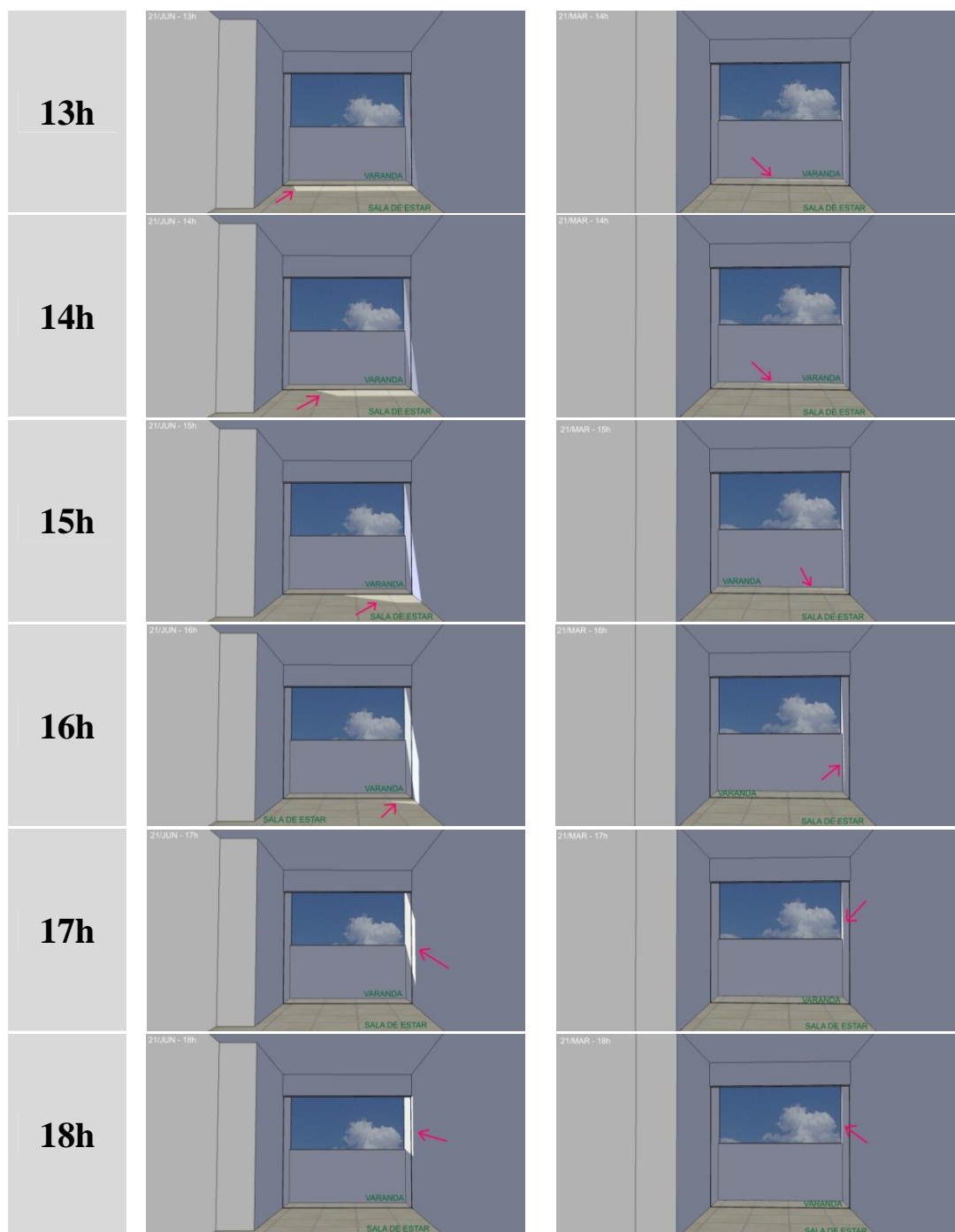
O resultado da simulação das tipologias do **Grupo 1** para a simulação no programa Sketchup 7 foi sistematizado nos quadros 20 a 25.

Esses quadros mostram o comportamento da insolação no interior dos ambientes seguidos das varandas nos períodos em que há incidência da insolação para a fachada em questão e, a cada uma hora durante essa exposição. As setas na cor magenta indicam onde a insolação incide nos ambientes. As imagens da simulação foram colocadas lado a lado para efeito de comparação de cada hora nos períodos do ano em que há incidência da insolação na fachada estudada.

Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas



Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas



Quadro 21 - Simulação do sombreamento da tipologia G1: CR1 - Varanda confinada, retangular, profundidade de 0,70m, peitoril de alvenaria (Edf. Thásos).

Fonte: A autora (2010).

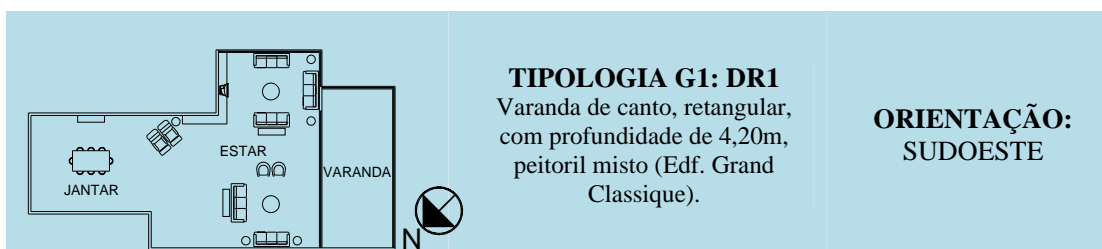
A **tipologia G1: CR1** possui varanda confinada, com profundidade de 0,70m, possui peitoril em alvenaria e está orientada para o norte.

Como pode ser observado no quadro 21, os períodos de insolação incidente na fachada norte são o solstício de inverno (21/junho) das 6h20min às 17h30min; e os equinócios de outono e de primavera (21/março e 21/setembro, respectivamente), das 6h às 18h, segundo a carta solar para a cidade de Maceió.

Através das simulações realizadas no programa Sketchup 7, foi possível observar que no solstício de inverno a insolação recebida é inicialmente percebida às 7h, quando incide apenas na parede esquerda da varanda e estende-se ao longo do dia até alcançar parte da sala de estar. Às 13h, a insolação passa a percorrer o lado direito da varanda e uma porção da sala de estar, e segue a trajetória até às 18h quando passa a incidir apenas na parede direita da varanda.

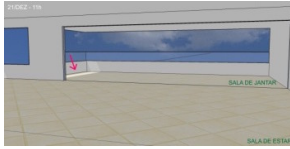
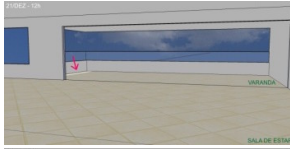
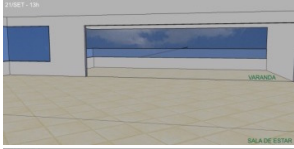
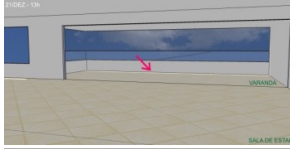
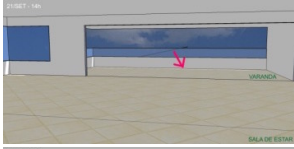
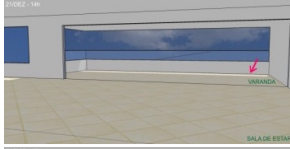
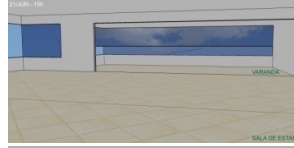
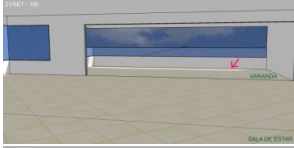
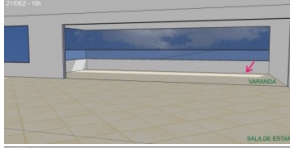
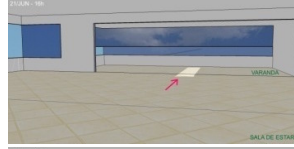

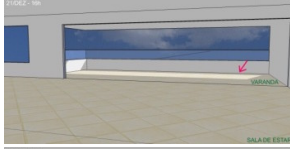
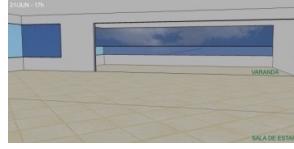
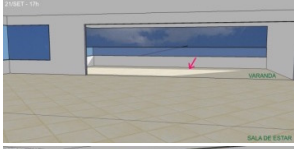
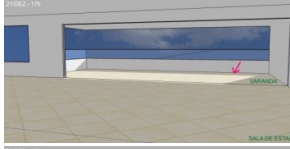
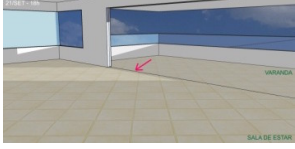
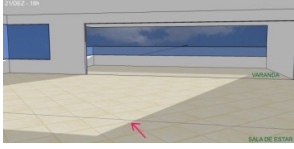
Nos equinócios, o alcance da incidência da insolação é menor. Inicia-se às 7h, na parede esquerda da varanda, porém pouco perceptível. Ao longo do dia, a insolação percorre a varanda, ainda que em pequena parcela, e passa a incidir na parede direita deste ambiente.

Tendo em vista a pouca profundidade da varanda (0,70m), é possível considerá-la como eficiente do ponto de vista do desempenho do sombreamento nos períodos dos equinócios, quando no decorrer do dia, a insolação não alcança a sala de estar. E, mesmo no solstício de inverno, a incidência não é tão abrangente, devido a orientação da varanda para o norte e ao bloqueio que o peitoril de alvenaria faz à insolação.





Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas

	SOLSTÍCIO DE INVERNO (21/JUN)	EQUINÓCIO DE PRIMAVERA (21/SET)	SOLSTÍCIO DE VERÃO (21/DEZ)
<b>11h</b>	Não há incidência solar neste horário	Não há incidência solar neste horário	
<b>12h</b>	Não há incidência solar neste horário	Não há incidência solar neste horário	
<b>13h</b>	Não há incidência solar neste horário		
<b>14h</b>	Não há incidência solar neste horário		
<b>15h</b>			
<b>16h</b>			
<b>17h</b>			
<b>18h</b>	Não há incidência solar neste horário		

Quadro 22 - Resultado da simulação do sombreamento da tipologia G1: DR1 - varanda de canto, retangular, com profundidade de 4,20m, peitoril misto e orientação para sudoeste (Edf. Grand Classique).

Fonte: A autora (2010).

A **tipologia G1: DR1** possui varanda de canto, retangular, com profundidade de 4,20m, possui peitoril misto e está orientada para o sudoeste.

Os períodos de insolação incidente na fachada sudoeste são o solstício de inverno (21/junho) das 14h30min às 17h30min; o equinócio de primavera (21/setembro), das 13h às

18h; e o solstício de verão (21/dezembro), das 11h às 18h20min, segundo a carta solar para a cidade de Maceió.

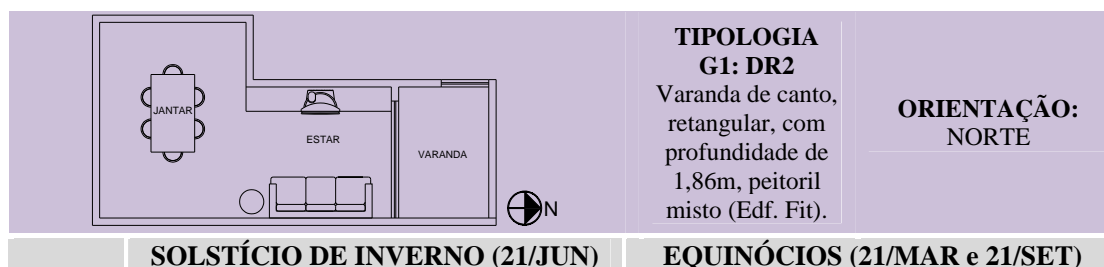
Como se pode ver no quadro 22, no solstício de inverno, das 11h às 14h e às 18h, a insolação é obstruída pelas paredes externas do edifício e não chega a incidir na varanda nem no interior do apartamento. O mesmo acontece no equinócio de primavera, das 11h às 12h.

Das 14h às 17h, no equinócio de primavera, a incidência da insolação se dá apenas na varanda, atingindo maior proporção às 17h. Às 18h a insolação alcança a sala de estar no seu lado esquerdo.

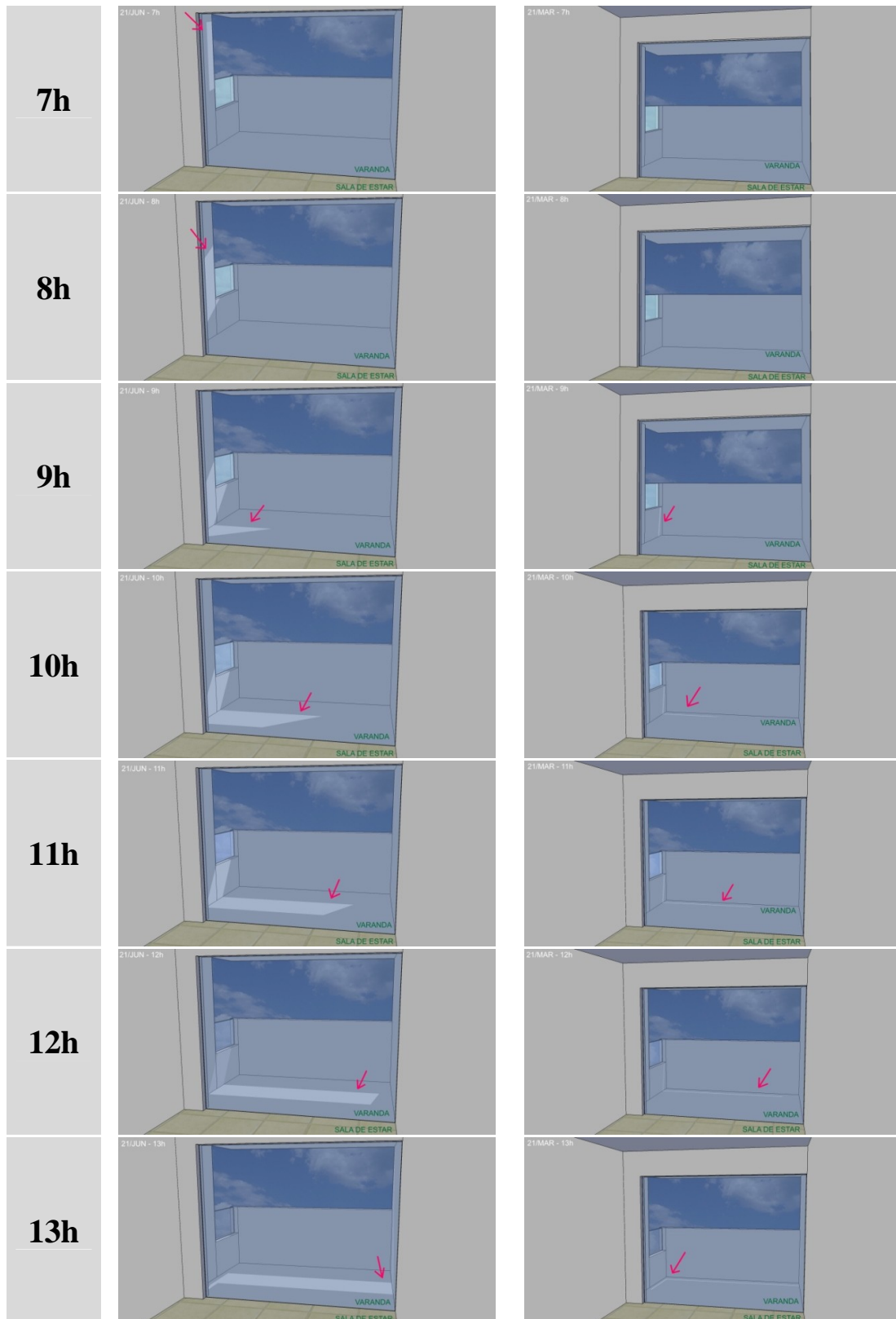
No solstício de verão a incidência da insolação começa às 11h, atinge grande parte da varanda às 17h e penetra em grande extensão da sala de estar às 18h.

Apesar da sua profundidade, a varanda em questão permite a incidência da insolação na sala de estar no equinócio de primavera e no solstício de verão por volta das 18h. Mesmo que a temperatura esteja mais amena, essa incidência é indesejável, pois pode causar desconforto visual, como ofuscamento.

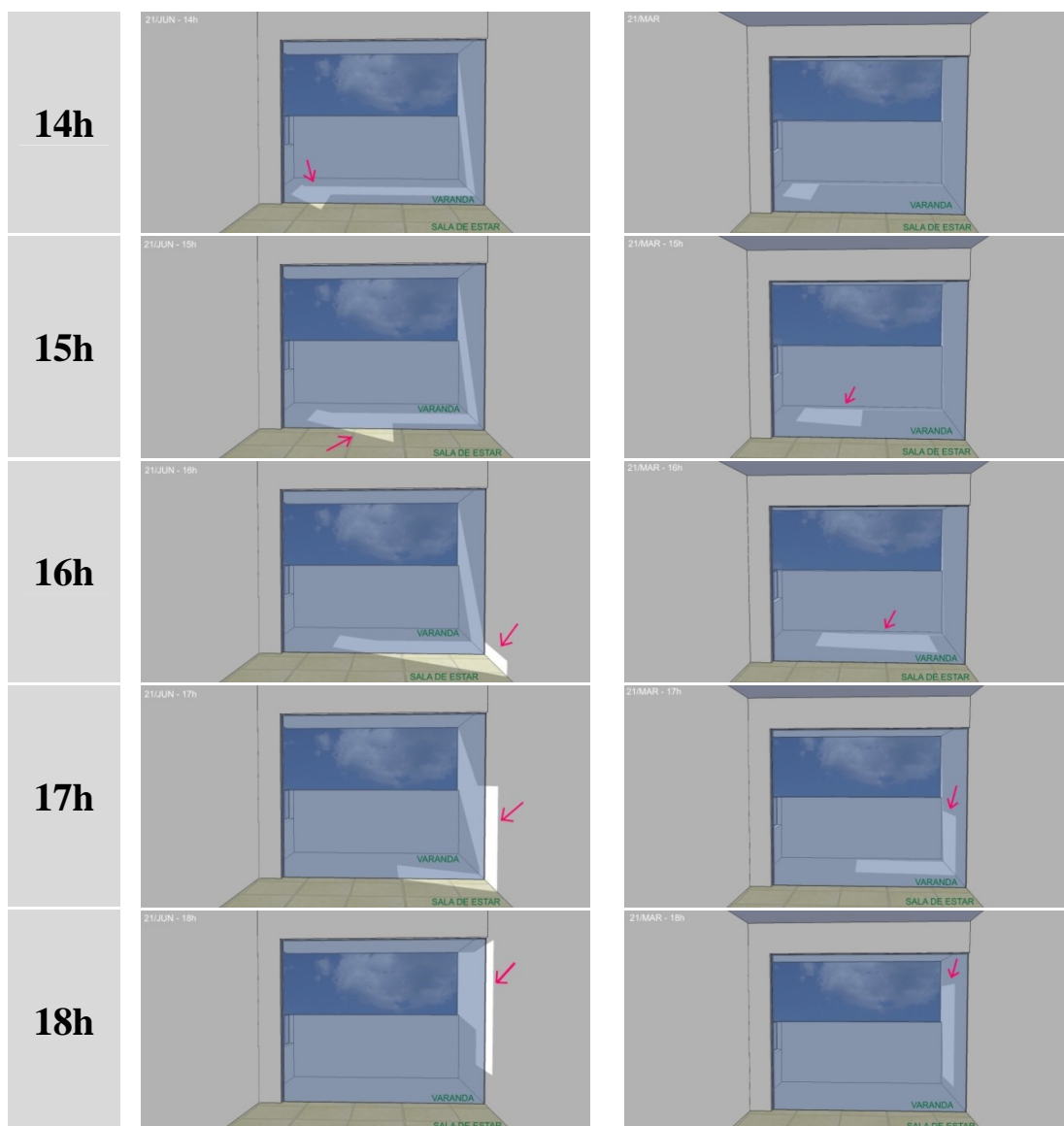
Contudo, durante os períodos analisados e na maior parte do dia, a varanda da **tipologia G1: DR1** pode ser considerada eficiente do ponto de vista do sombreamento, mesmo que orientada para o sudoeste e possuindo o peitoril misto, aspectos que poderiam ser negativos para um bom desempenho do sombreamento.



Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas



Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas



Quadro 23 - Resultado da simulação do sombreamento da tipologia G1: DR2 - Varanda de canto, retangular, com profundidade de 1,86m, peitoril misto e com orientação para norte (Edf. FIT).

Fonte: A autora (2010).

A **tipologia G1: DR2** possui varanda de canto, retangular, com profundidade de 1,86m, possui peitoril de misto e está orientada para o norte.

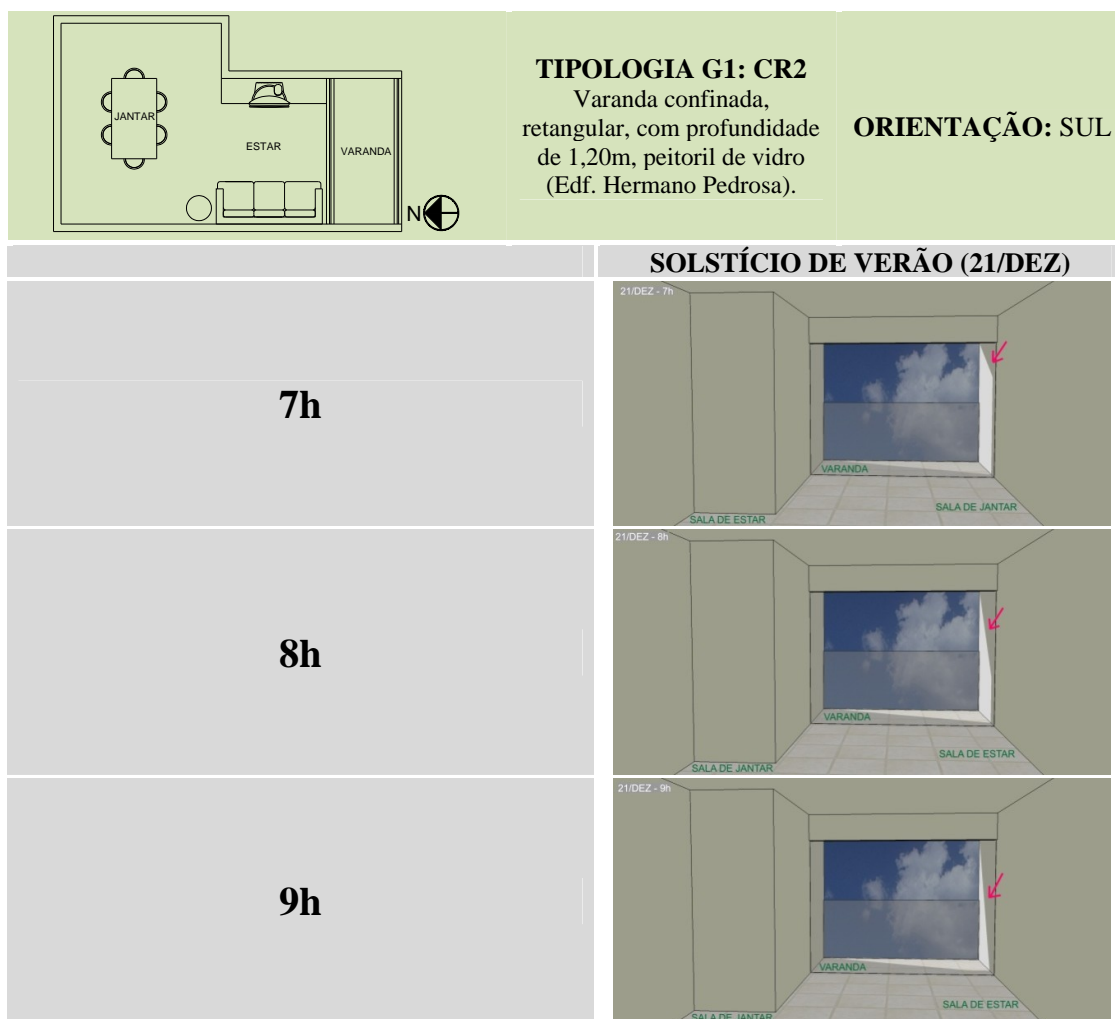
Como pode se observar no quadro 23, os períodos de insolação incidente na fachada norte são o solstício de inverno (21/junho) das 6h20min às 17h30min; e os equinócios de outono e de primavera (21/março e 21/setembro, respectivamente), das 6h às 18h, segundo a carta solar para a cidade de Maceió.

**Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas**

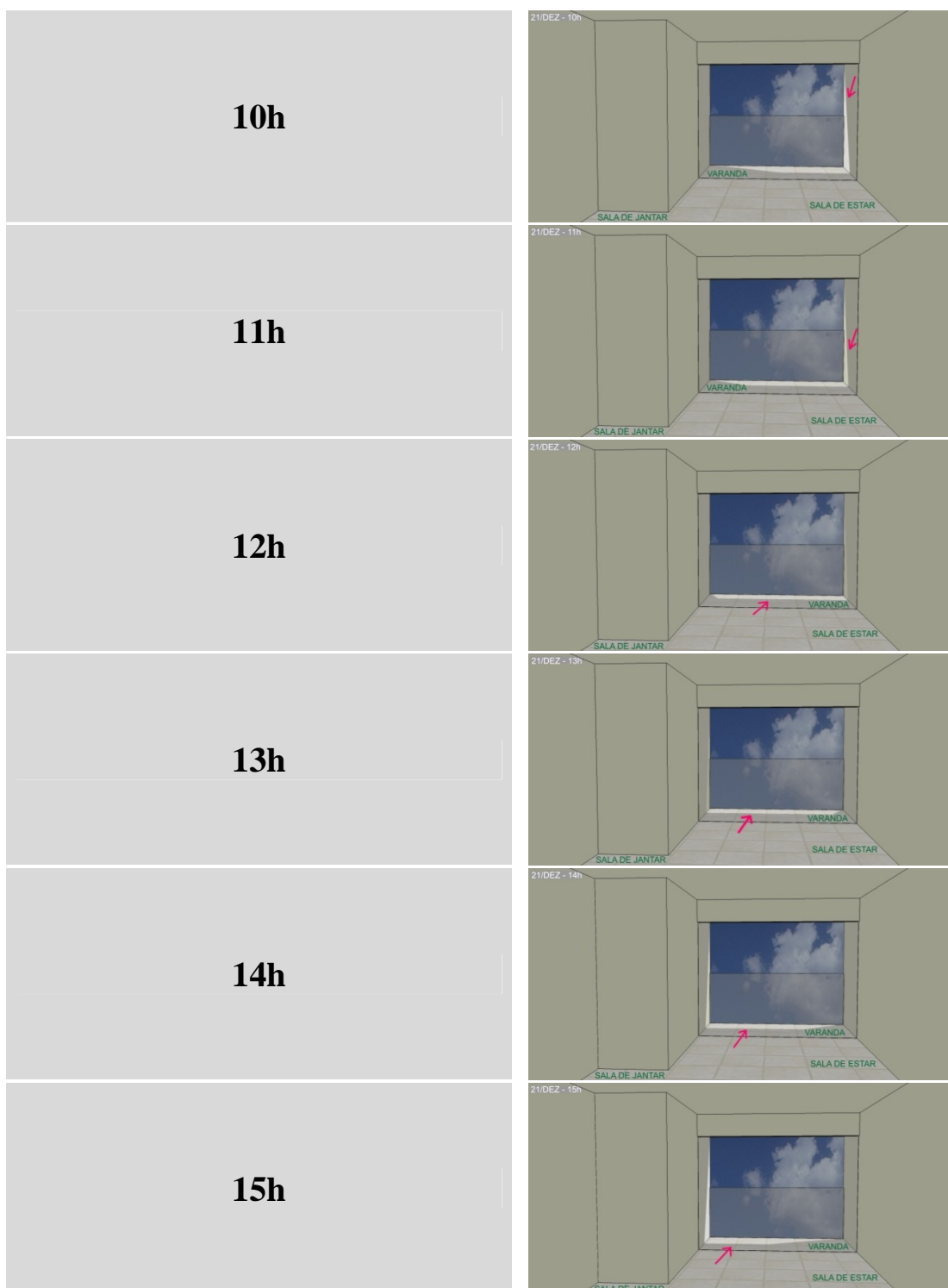
A incidência da insolação no solstício de inverno inicia-se na parede esquerda da varanda seguindo ao longo do piso deste ambiente até atingir parte da sala de estar e a parede direita da varanda e da sala.

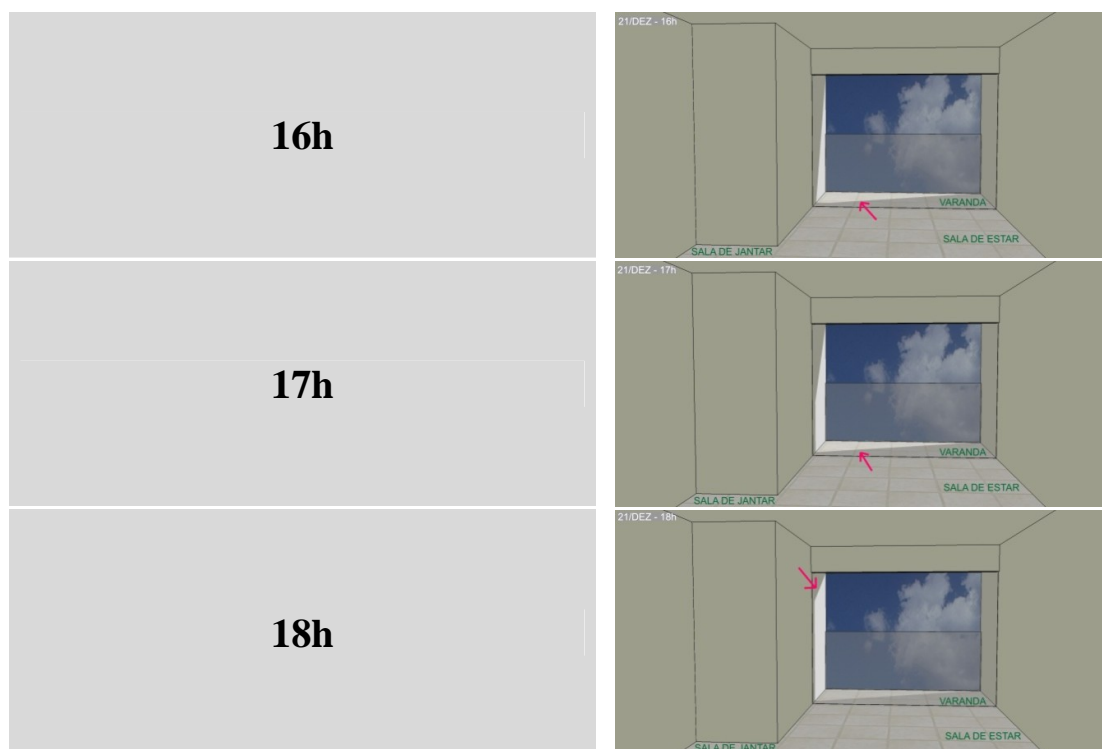
Já nos equinócios, a insolação incide apenas na varanda durante todo o dia.

Apesar da profundidade de 1,86m, a varanda não pode ser considerada totalmente eficiente no solstício de inverno, quando das 14h às 18h a insolação penetra na sala de estar, atingindo uma determinada profundidade do lado direito deste ambiente e atingindo, finalmente, a parede da sala.



Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas





Quadro 24 - Resultado da simulação do sombreamento da tipologia G1: CR2 Varanda confinada, retangular, com profundidade de 1,20m, peitoril de vidro e com orientação da fachada para sul (Edf. Hermano Pedrosa).  
Fonte: A autora (2010).

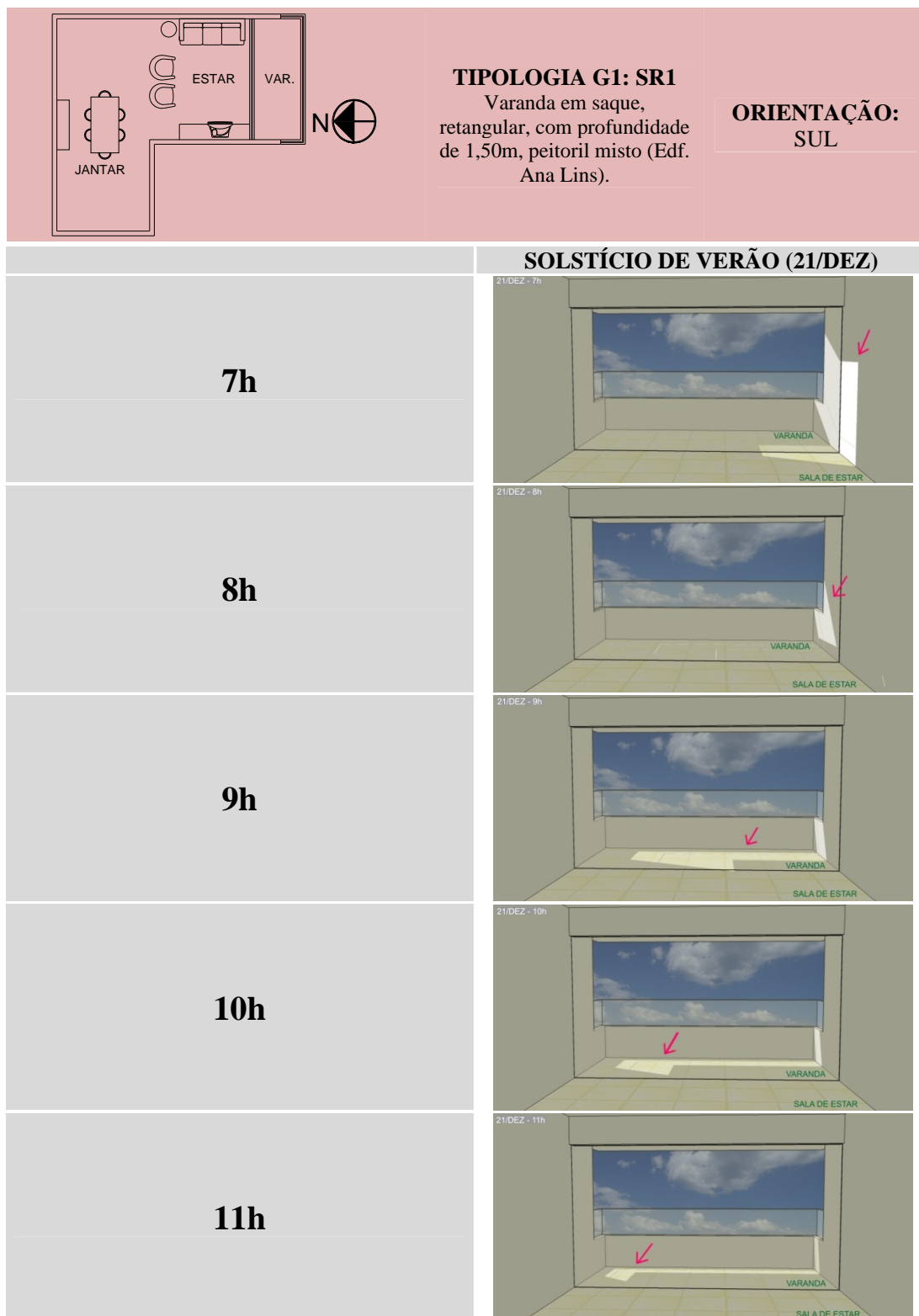
A **tipologia G1: CR2** possui varanda confinada, retangular, com profundidade de 1,20m, possui peitoril de vidro e está orientada para o sul.

Como pode se observar no quadro 24, os períodos de insolação incidente na fachada sul são o solstício verão (21/dezembro), das 5h40min às 18h20min, segundo a carta solar para a cidade de Maceió. Isso acontece porque o edifício obstrui a insolação incidente no solstício de inverno e nos equinócios.

A incidência da insolação atinge apenas a varanda no decorrer do dia. Inicia-se às 7h na parede direita da varanda e segue a sua trajetória até atingir a parede esquerda da varanda.

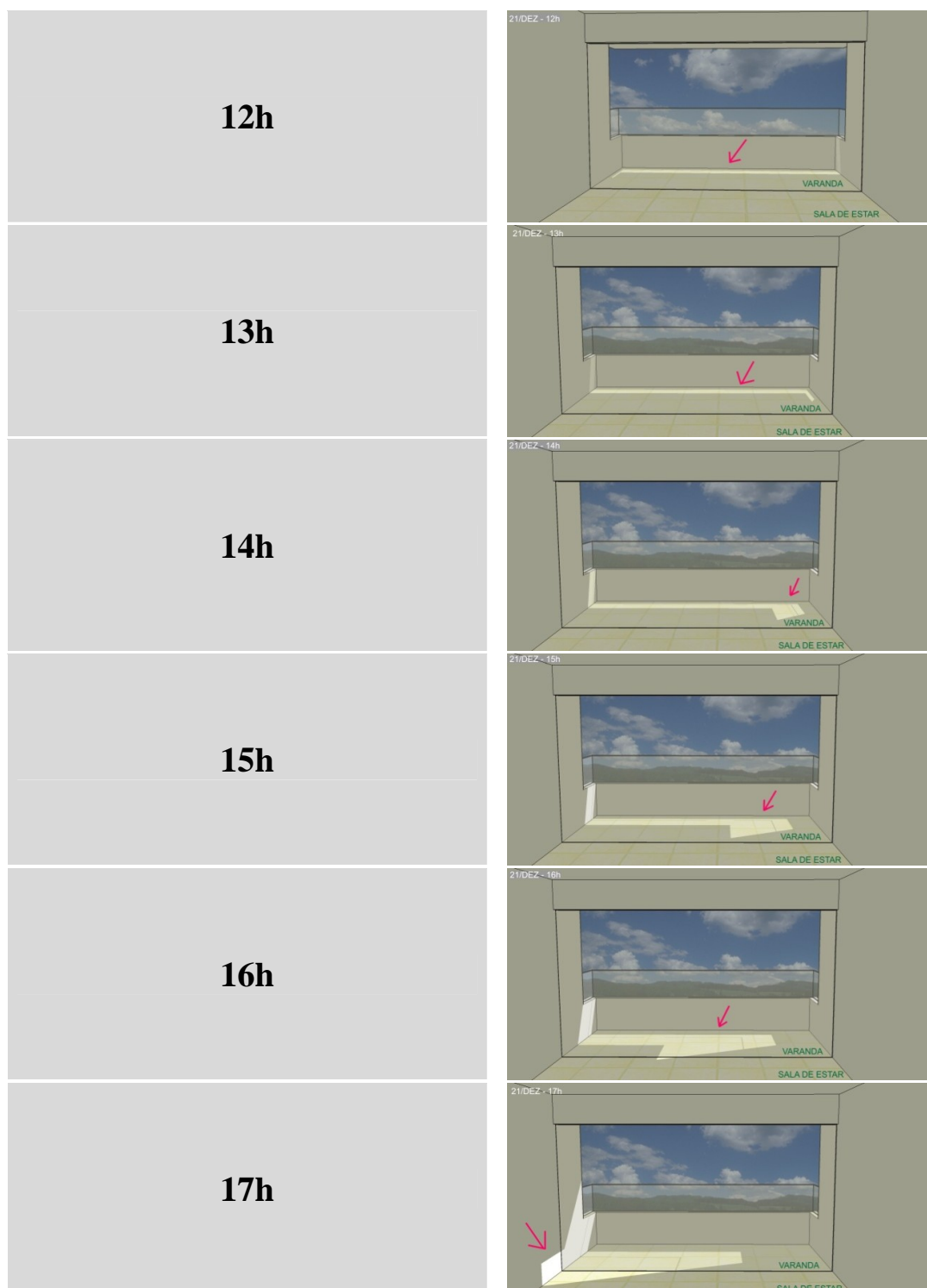
Apesar da pouca profundidade e do peitoril em vidro, a varanda em questão pode ser considerada eficiente durante todo o dia, bloqueando a incidência da insolação na sala de estar.

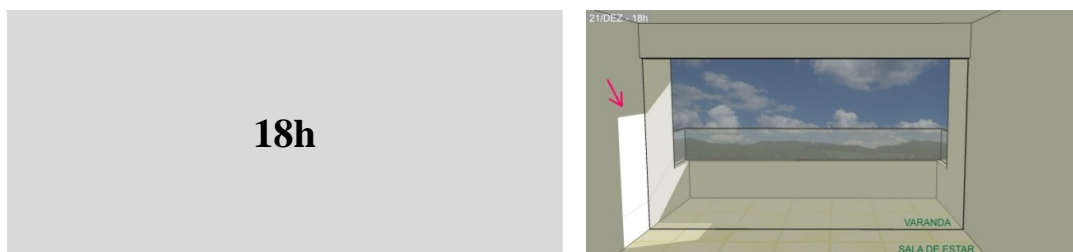






Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas





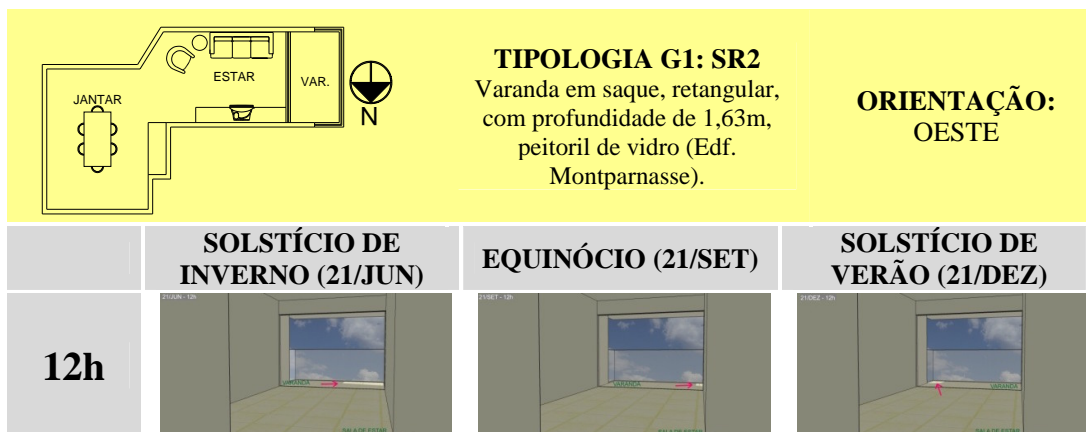
Quadro 25 - Resultado da simulação do sombreamento da tipologia G1: SR1 - Varanda em saque, retangular, com profundidade de 1,50m, peitoril misto e com orientação da fachada para sul (Edf. Ana Lins).  
Fonte: A autora (2010).

A **tipologia G1: SR1** tem varanda em saque, retangular, com profundidade de 1,50m, possui peitoril de misto e está orientada para o sul.

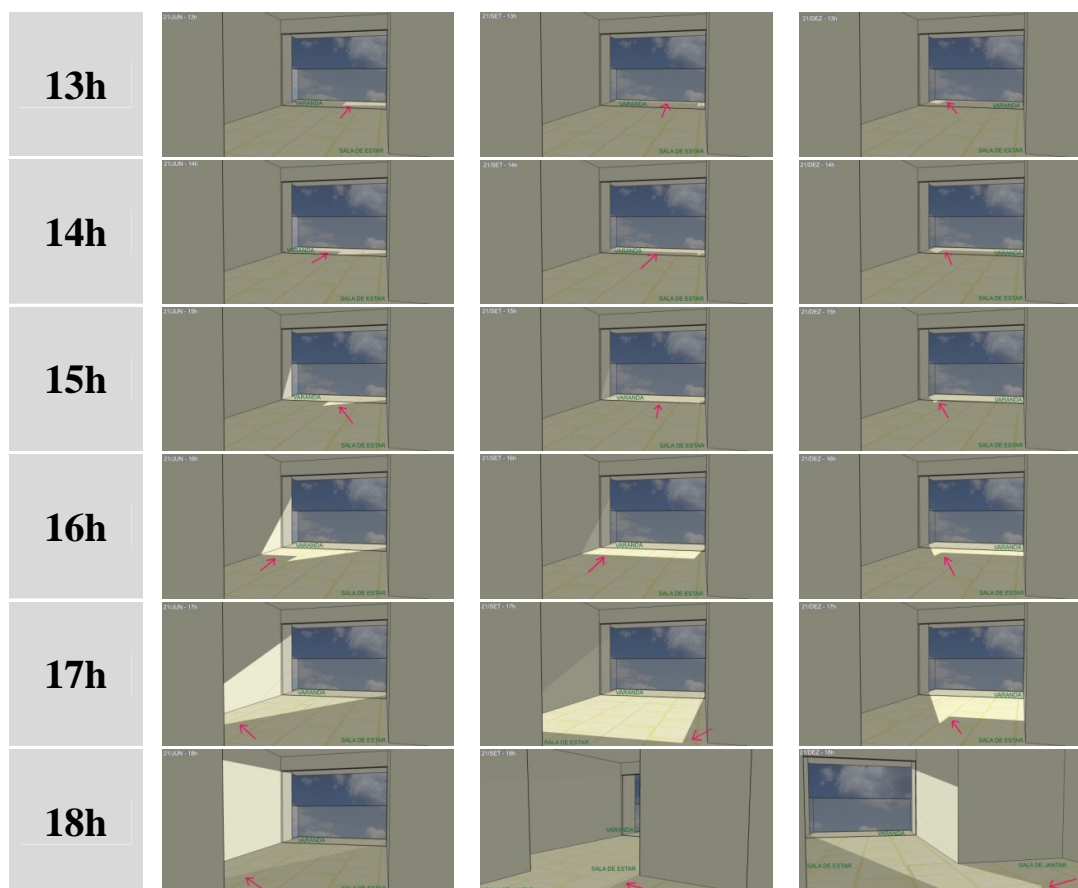
Como pode se observar no quadro 25, os períodos de insolação incidente na fachada sul são o solstício verão (21/dezembro), das 5h40min às 18h20min, segundo a carta solar para a cidade de Maceió.

A incidência da insolação atinge a sala de estar do lado direito às 7h. Segue o dia retraindo-se para a varanda até atingir novamente a sala às 17h do lado esquerdo. Às 18h essa incidência é maior na parede da sala de estar.

É possível observar que, mesmo orientada para a fachada sul, a insolação atingiu a sala de estar em alguns horários do dia, mesmo que estes alcancem temperaturas mais amenas. Contudo, durante a maior parte do dia a varanda dessa tipologia demonstrou-se eficiente quanto ao sombreamento.



Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas



Quadro 26 - Resultado da simulação do sombreamento da tipologia G1: SR2 - Varanda em saque, retangular, com profundidade de 1,63m, peitoril de vidro e fachada orientada para oeste (Edf. Montparnasse).  
Fonte: A autora (2010).

A **tipologia G1: SR2** possui varanda em saque, retangular, com profundidade de 1,63m, possui peitoril em vidro e está orientada para o oeste.

Como pode se observar no quadro 26, os períodos de insolação incidente na fachada norte são o solstício de inverno (21/junho) das 12h às 17h30min; e o equinócio de primavera (21/setembro), das 12h às 18h; e o solstício de verão (21/dezembro), das 12h às 18h20min, segundo a carta solar para a cidade de Maceió.

A incidência da insolação no solstício de inverno atinge a varanda das 12h às 14h. Às 15h a insolação começa a incidir na sala de estar e assim segue até às 18h, quando alcança uma profundidade maior, contemplando toda a parede esquerda da sala de estar e parte do piso.

No equinócio de primavera a insolação começa a alcançar a sala às 16h. Às 17h a insolação alcança quase todo o piso da sala de estar e a parte da parede esquerda. Às 18h ela incide por todo o piso da sala de estar e parte da sala de jantar.

No solstício de verão a insolação alcança a sala de estar às 16h, percorre o lado direito do piso e parede da sala de estar, alcançando parte do piso da sala de jantar às 18h.

A varanda desta tipologia pode ser considerada pouco eficiente, pois durante todos os períodos de insolação, das 16h às 18h, a insolação atinge grandes porções da sala do apartamento, principalmente no equinócio e no solstício de verão, quando chega a atingir a sala de jantar.

Além de simular algumas tipologias das situações reais das varandas, foram elaboradas máscaras de sombra com o intuito de estudar desenhos de varandas que sejam mais eficientes quanto ao sombreamento e gerar o **Grupo 2** de tipologias.

As máscaras obtidas demonstram em algumas situações que as varandas podem ter dimensões pequenas e proteger adequadamente o ambiente interno de maneira eficiente, considerando uma tolerância com relação aos horários onde a temperatura podem atingir mais de 25°C (9h às 16h). Em outras situações, as dimensões foram maiores, o que levaria a um aumento no custo dos apartamentos. Essas tipologias terão seus resultados mais explorados no item 4.2 (Considerações) deste trabalho.

### **3.1.2. Quanto à iluminação natural**

Para cada tipologia simulada foram elaborados tabelas e gráficos que ilustram o comportamento da iluminância nos pontos do sofá e da mesa durante todo o dia nos solstícios e equinócios, considerando como céu típico de Maceió, o céu parcialmente nublado.

Inicialmente, analisaremos o comportamento da iluminância nas tipologias de varandas do **Grupo 1**. Em seguida serão analisados os resultados para as tipologias do **Grupo 2**.

A **tipologia G1: CR1** que possui varanda confinada, retangular, com profundidade de 0,70m, peitoril de alvenaria e com orientação para norte gerou os gráficos 6 e 7.

Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas

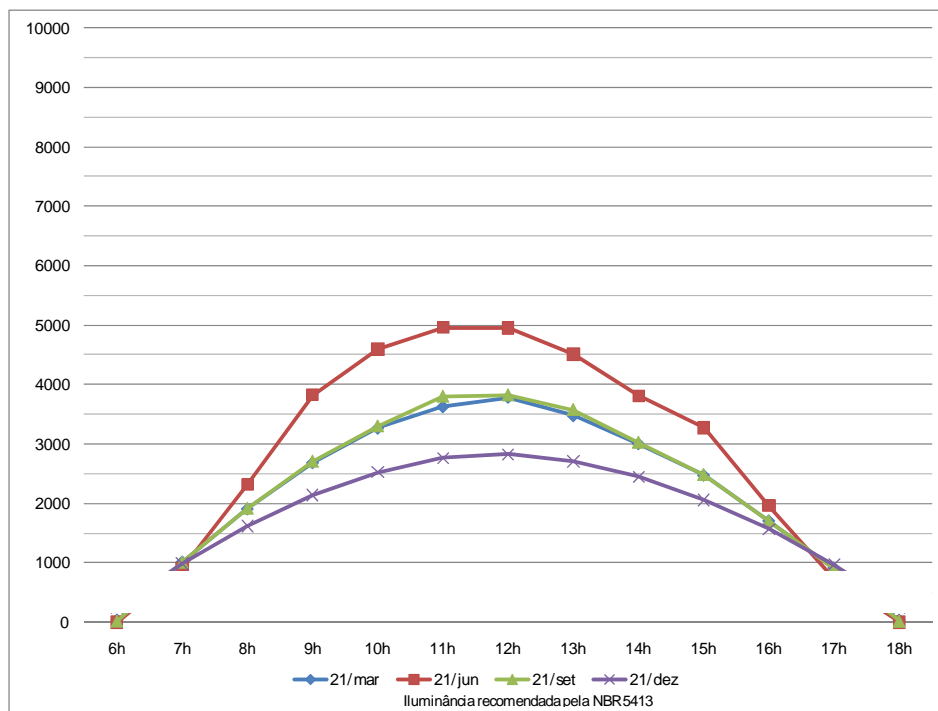


Gráfico 6 - Comportamento da iluminância no ponto do sofá, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G1: CR1. Fonte: A autora (2010).

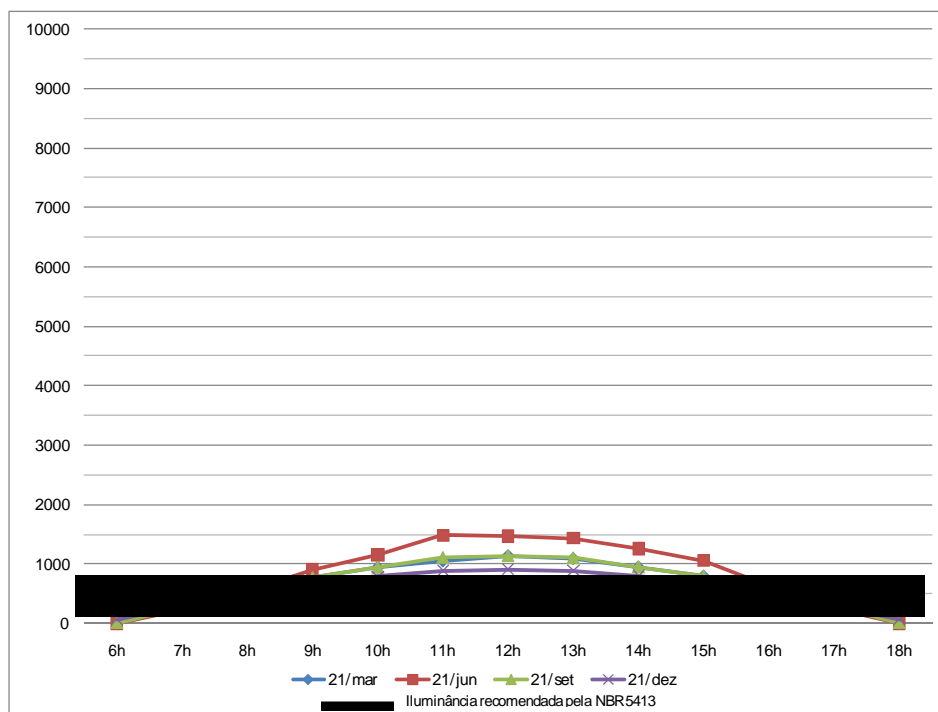


Gráfico 7 - Comportamento da iluminância no ponto da mesa, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G1: CR1. Fonte: A autora (2010).

É possível observar a partir do gráfico 6 que no solstício de verão a iluminância no ponto do sofá atinge o menor valor (2.825 lux) às 12h e que no solstício de inverno ela atinge o pico máximo (4.958 lux) às 11h.

No solstício de inverno a iluminância está geralmente mais alta porque o sol encontra-se mais do lado norte do hemisfério em função da época do ano.

No gráfico 7, observa-se que no solstício de verão a iluminância no ponto da mesa atinge o menor pico (911 lux) às 12h e no solstício de inverno ela atinge o máximo (1.484 lux) às 11h.

No solstício de inverno às 6h e às 18h a iluminância é zero, enquanto que no equinócio de primavera ela atinge o mínimo, para esses mesmos horários, de 4 lux.

A diferença entre os picos de iluminância nos pontos do sofá e da mesa para a tipologia “a” é de 3.474 lux. Mesmo sendo uma diferença grande, em ambos os pontos a iluminância atinge valores indesejáveis segundo a NBR 5413 (1992)<sup>4</sup> para a tarefa desenvolvida nestes ambientes, podendo causar ofuscamento.

Nos dois pontos simulados, o valor da iluminância mínima atingida é inferior a 70% da iluminância média determinada pela norma, que, para estes ambientes, estaria entre 100 lux e 750 lux, a depender da atividade a ser executada.

Para o ponto do sofá, os horários e os períodos em que a iluminância está dentro do valor aceitável pela norma são: às 17h do solstício de inverno e às 6h do solstício de verão.

Para o ponto da mesa, esses horários e períodos são: das 7h às 8h e das 16h às 17h no equinócio de outono, no solstício de inverno e no equinócio de primavera; das 7h às 9h e das 15h às 17h no solstício de verão.

---

<sup>4</sup> A NBR 5413 considera indesejáveis para as tarefas desenvolvidas no ambiente em questão valores de iluminância entre 150 e 700 lux.

A **tipologia G1: DR1** que possui varanda de canto, retangular, com profundidade de 4,20m, peitoril misto e orientação para sudoeste gerou os gráficos 8 e 9.



Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas

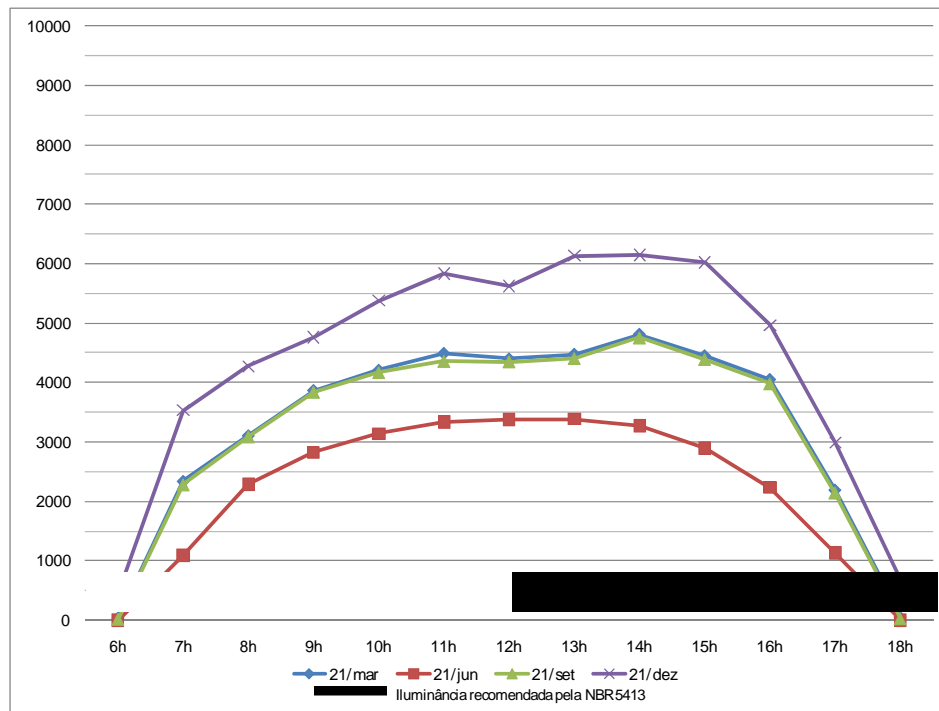


Gráfico 8 - Comportamento da iluminância no ponto do sofá, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G1: DR1. Fonte: A autora (2010).

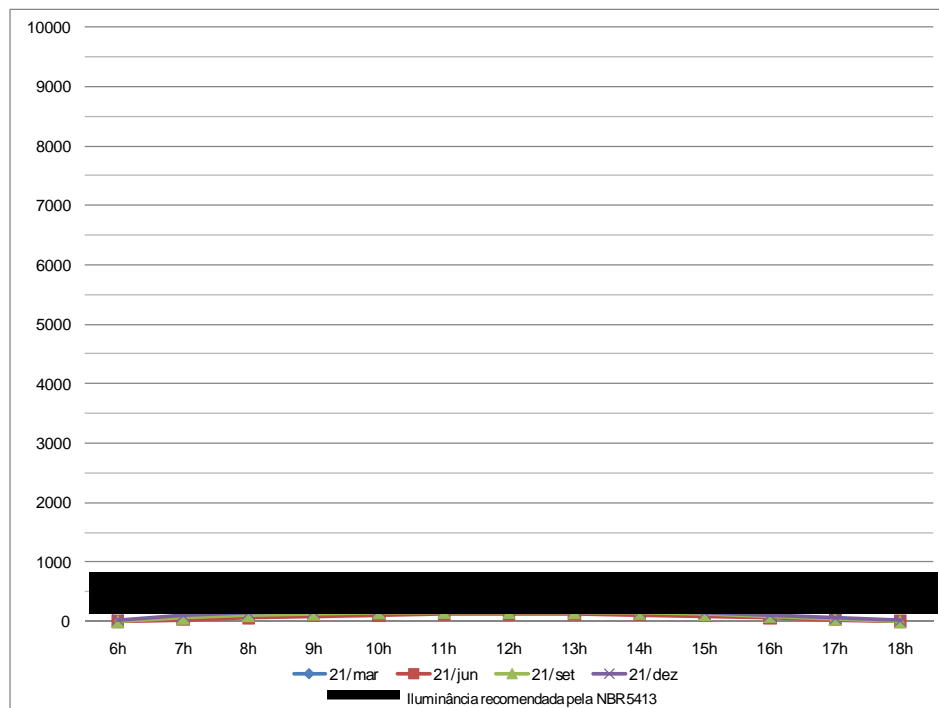


Gráfico 9 - Comportamento da iluminância no ponto da mesa, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G1: DR1. Fonte: A autora (2010).

No gráfico 8 é possível observar que a iluminância alcança seu menor pico no solstício de inverno (3.387 lux) às 13h e no solstício de verão ela atinge o máximo (6.144 lux) às 14h.

No gráfico 9, observa-se que no solstício de inverno a iluminância no ponto da mesa atinge o menor valor (123 lux) às 12h e no solstício de verão ela atinge o máximo (194 lux) às 11h e às 12h.

A diferença entre os picos de iluminância nos pontos do sofá e da mesa para a **tipologia G1: DR1** é de 5.950 lux. Enquanto que a iluminância máxima no ponto do sofá atinge valores excessivos, podendo causar ofuscamento, a iluminância máxima para o ponto da mesa está dentro do intervalo aceito pela norma, se a atividade a ser desempenhada não envolver leitura e escrita, por exemplo.

Nos dois pontos simulados, o valor da iluminância mínima atingida é inferior a 70% da iluminância média determinada pela norma.

Para o ponto do sofá, os horários e os períodos em que a iluminância está dentro do valor aceitável pela norma são: às 6h e às 18h do solstício de verão.

Para o ponto da mesa, esses horários e períodos são: das 8h às 15h no equinócio de outono; das 10h às 14h no solstício de inverno; das 8h às 15h no equinócio de primavera; e das 7h às 16h no solstício de verão.

A **tipologia G1: DR2** que possui varanda de canto, retangular, com profundidade de 1,86m, peitoril misto e com orientação da fachada para o norte gerou os gráficos 10 e 11.

Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas

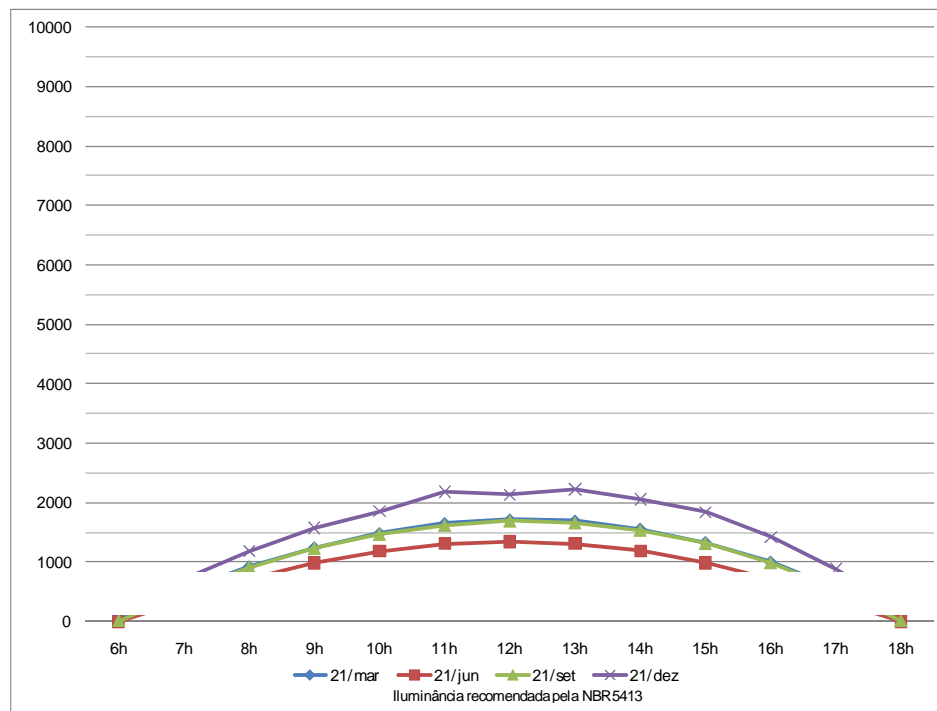


Gráfico 10 - Comportamento da iluminância no ponto do sofá, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G1: DR2. Fonte: A autora (2010).

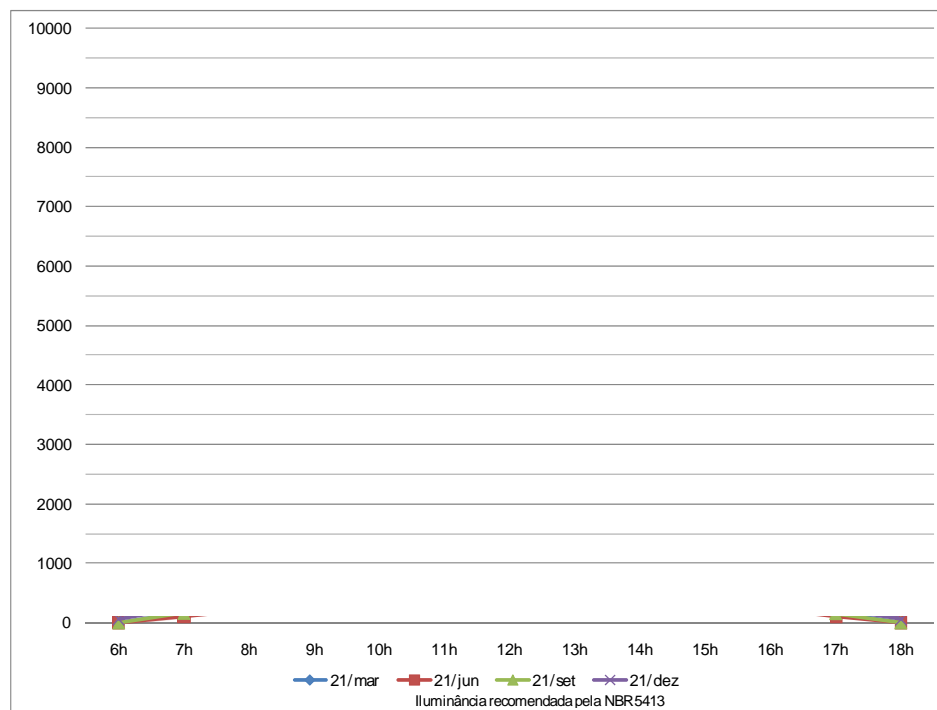


Gráfico 11 - Comportamento da iluminância no ponto da mesa, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G1: DR2. Fonte: A autora (2010).

A partir do gráfico 10 é possível observar que a iluminância alcança seu menor valor no solstício de inverno (1.344 lux) às 12h e no solstício de verão ela atinge o máximo (2.221 lux) às 13h.

No gráfico 11, observa-se que no solstício de inverno a iluminância no ponto da mesa atinge o menor valor (434 lux) às 12h e no solstício de verão ela atinge o máximo (645 lux) às 12h.

A diferença entre os picos de iluminância nos pontos do sofá e da mesa para a **tipologia G1: DR2** é de 1.576 lux. Enquanto que a iluminância máxima no ponto do sofá atinge valores indesejáveis, podendo causar ofuscamento, a iluminância máxima para o ponto da mesa está dentro do intervalo aceito pela norma, podendo ser executadas, inclusive, tarefas como leitura e escrita.

Nos dois pontos simulados, o valor da iluminância mínima atingida é inferior a 70% da iluminância média determinada pela norma.

Para o ponto do sofá, os horários e os períodos em que a iluminância está dentro do valor aceitável pela norma são: às 7h e às 17h do equinócio de outono; das 7h às 8h e das 16h às 17h no solstício de inverno; às 7h e às 17h no equinócio de primavera; das 6h às 7h e às 18h no solstício de verão.

Para o ponto da mesa, esses horários e períodos são: das 7h às 17h no equinócio de outono; das 7h às 17h no solstício de inverno; das 7h às 17h no equinócio de primavera; e das 7h às 17h no solstício de verão.

A **tipologia G1: CR2** que possui varanda confinada, retangular, com profundidade de 1,20m, peitoril de vidro e com orientação para sul gerou os gráficos 12 e 13.

Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas

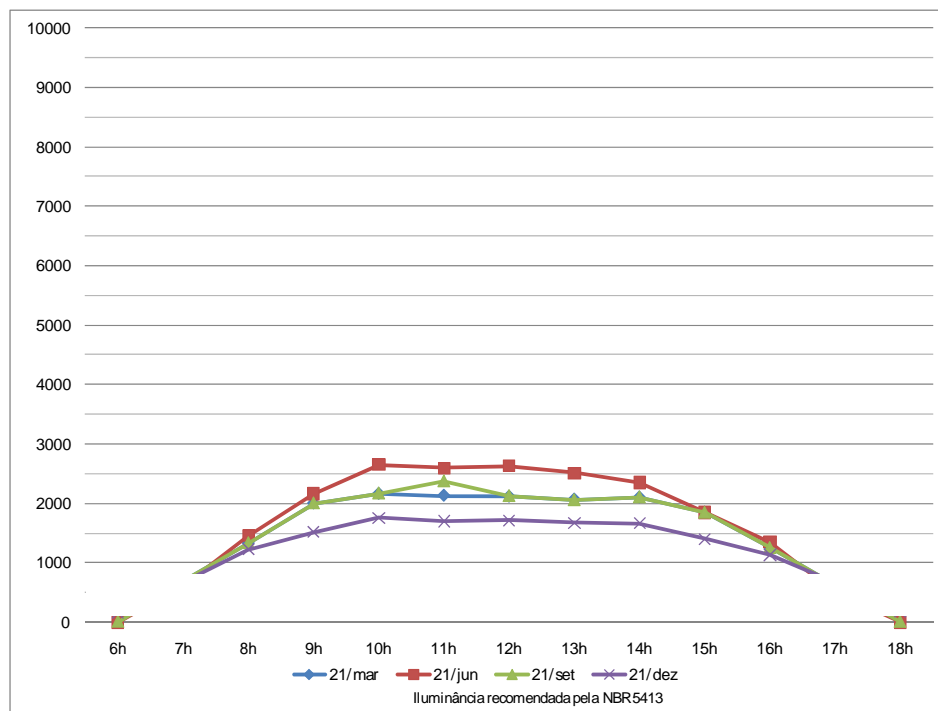


Gráfico 12 - Comportamento da iluminância no ponto do sofá ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G1: CR2. Fonte: A autora (2010).

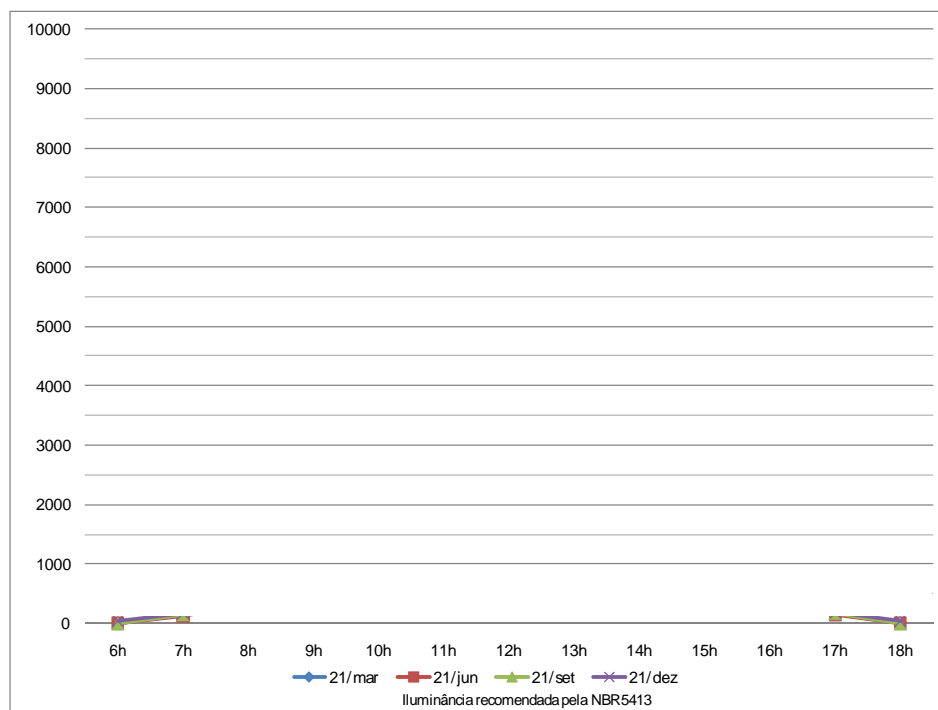


Gráfico 13 - Comportamento da iluminância no ponto da mesa ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G1: CR2. Fonte: A autora (2010).

A partir do gráfico 12 é possível observar que a iluminância alcança seu menor valor no solstício de verão (1.759 lux) às 10h e no solstício de inverno ela atinge o máximo (2.650 lux) às 10h.

A partir do gráfico 13, observa-se que no solstício de verão a iluminância no ponto da mesa atinge o menor valor (488 lux) às 10h e no solstício de inverno ela atinge o valor máximo (666 lux) às 13h.

A diferença entre os picos de iluminância nos pontos do sofá e da mesa para a **tipologia G1: CR2** é de 1.984 lux. Enquanto que a iluminância máxima no ponto do sofá atinge valores indesejáveis, podendo causar ofuscamento, a iluminância máxima para o ponto da mesa está dentro do intervalo aceito pela norma, podendo ser executadas, inclusive, tarefas como leitura e escrita.

Nos dois pontos simulados, o valor da iluminância mínima atingida é inferior a 70% da iluminância média determinada pela norma.

Para o ponto do sofá, os horários e os períodos em que a iluminância está dentro do valor aceitável pela norma são: às 7h e às 17h do equinócio de outono; às 7h às 17h solstício de inverno; às 7h e às 17h no equinócio de primavera; das 6h às 7h e das 17h às 18h no solstício de verão.

Para o ponto da mesa, esses horários e períodos são: das 7h às 17h no equinócio de outono; das 7h às 17h no solstício de inverno; das 7h às 17h no equinócio de primavera; e das 7h às 17h no solstício de verão.

A **tipologia G1: SR1** que possui varanda em saque, retangular, com profundidade de 1,50m, peitoril misto e fachada orientada para sul gerou os gráficos 14 e 15.

Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas

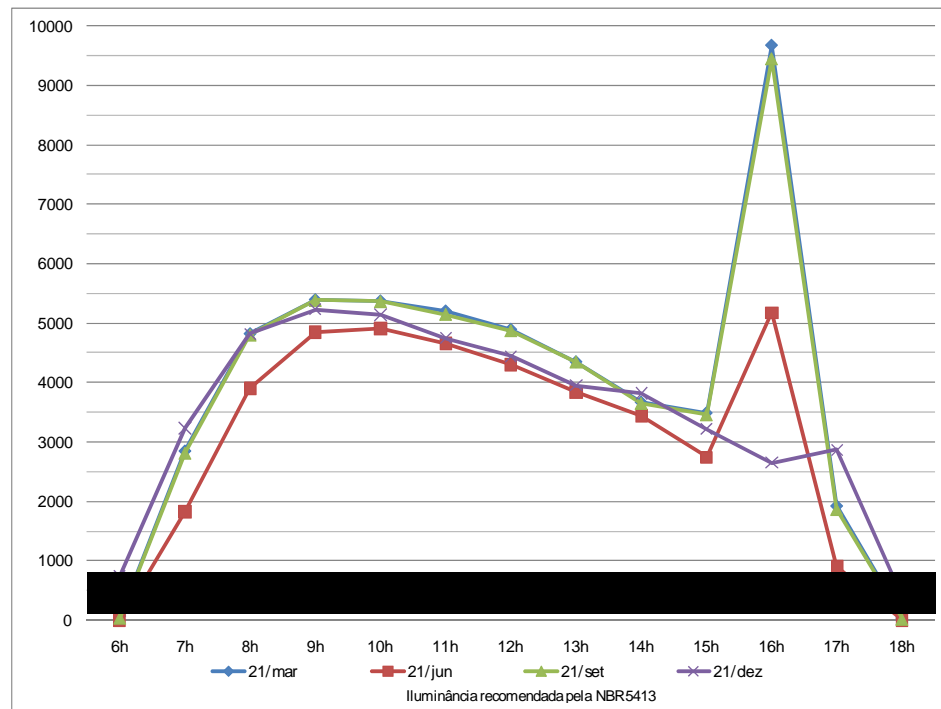


Gráfico 14 - - Comportamento da iluminância no ponto do sofá, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G1: SR1. Fonte: A autora (2010).

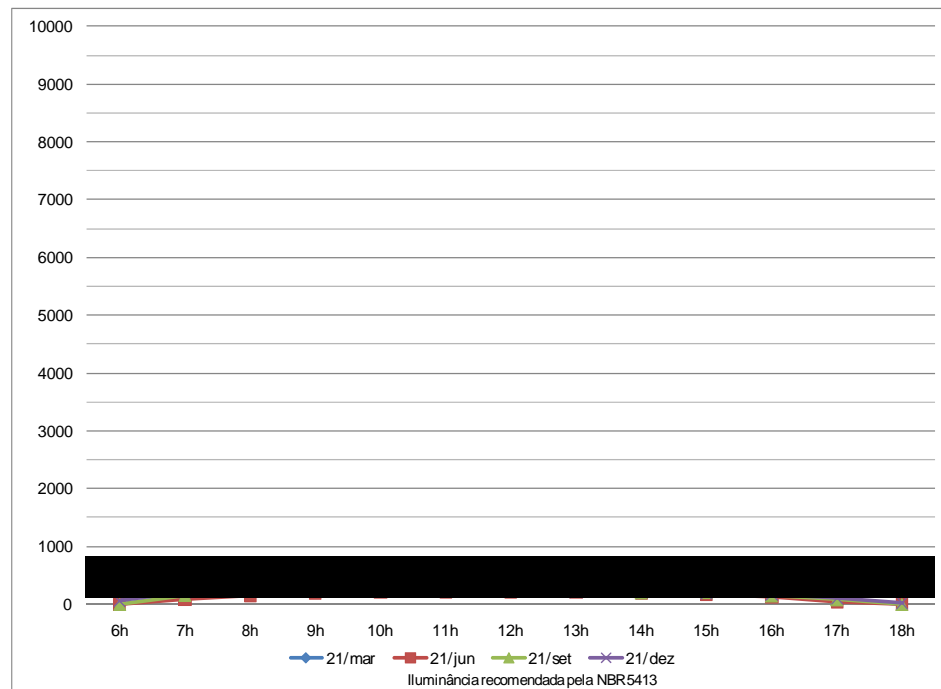


Gráfico 15 - - Comportamento da iluminância no ponto da mesa, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G1: SR1. Fonte: A autora (2010).

A partir do gráfico 14 é possível observar que a iluminância alcança seu menor valor no solstício de verão (5.230 lux) às 9h e no equinócio de outono ela atinge o máximo (9.673 lux) às 16h.

O comportamento do gráfico às 16h no solstício de inverno, no equinócio de primavera e no solstício de verão ocorre em função da radiação solar no interior do ambiente examinado.

A partir do gráfico 15, observa-se que no solstício de inverno a iluminância no ponto da mesa atinge o menor pico (210 lux) às 11h e no solstício de verão ela atinge o máximo (259 lux) às 9h.

A diferença entre os picos de iluminância nos pontos do sofá e da mesa para a **tipologia G1: SR1** é de 9.414 lux. Enquanto que a iluminância máxima no ponto do sofá atinge valores indesejáveis, podendo causar ofuscamento, a iluminância máxima para o ponto da mesa está dentro do intervalo aceitável pela norma.

Nos dois pontos simulados, o valor da iluminância mínima atingida é inferior a 70% da iluminância média determinada pela norma.

Para o ponto do sofá, o horário e o período em que a iluminância está dentro do valor aceito pela norma são: às 18h no solstício de verão.

Para o ponto da mesa, esses horários e períodos são: das 7h às 16h no equinócio de outono; das 8h às 16h no solstício de inverno; das 7h às 16h no equinócio de primavera; e das 7h às 17h no solstício de verão.

A **tipologia G1: SR2** que possui varanda em saque, retangular, com profundidade de 1,63, peitoril de vidro e com orientação da fachada para oeste gerou os gráficos 16 e 17.



Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas

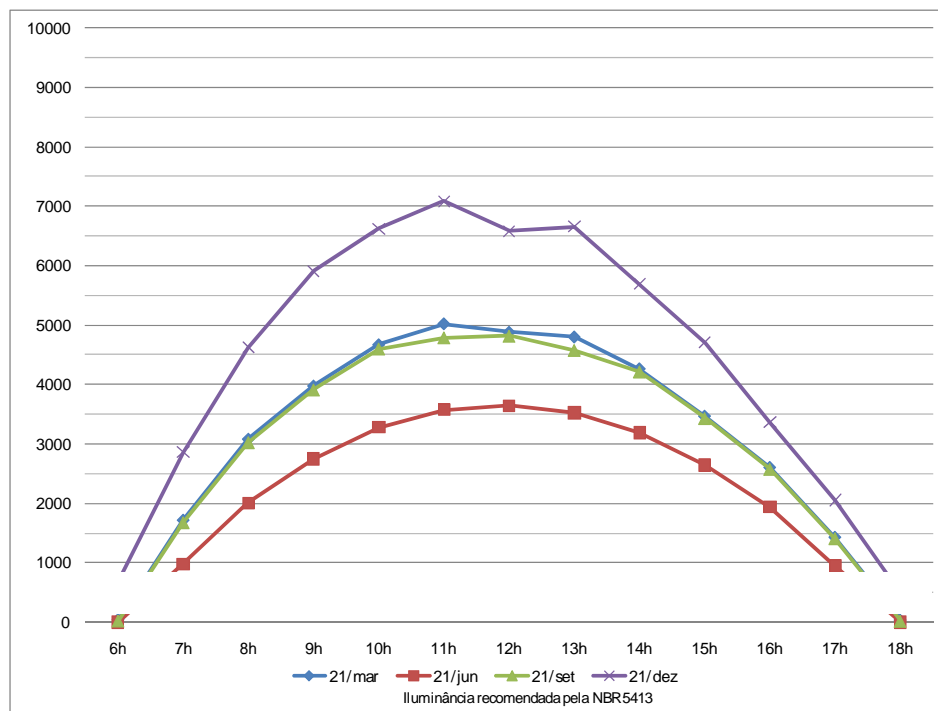


Gráfico 16 - Comportamento da iluminância no ponto do sofá ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G1: SR2. Fonte: A autora (2010).

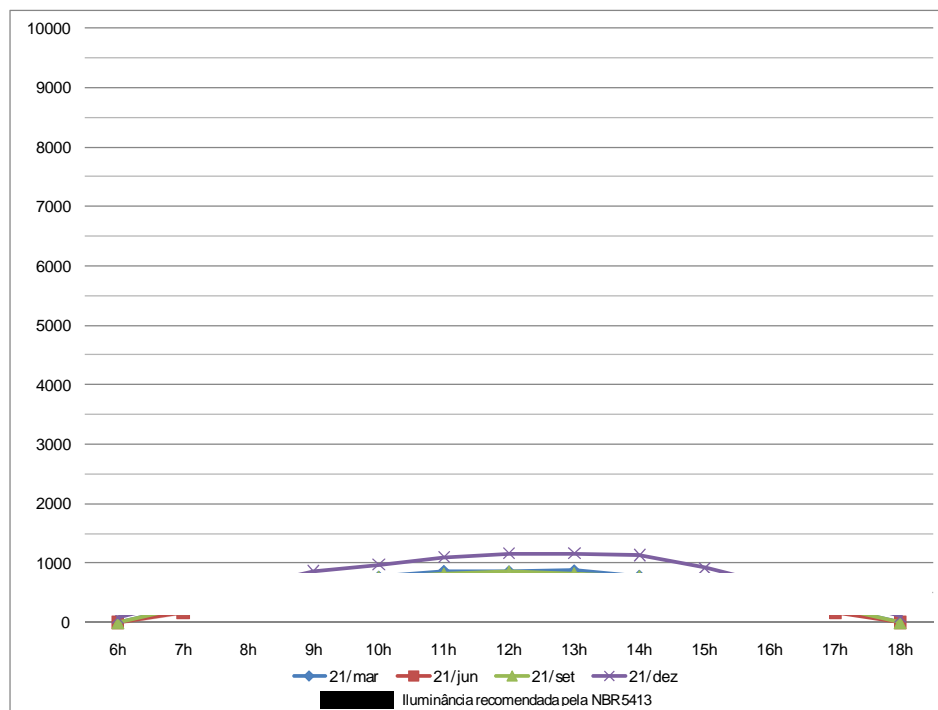


Gráfico 17 - Comportamento da iluminância no ponto da mesa ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G1: SR2. Fonte: A autora (2010).

A partir do gráfico 16 é possível observar que a iluminância alcança seu menor valor no solstício de inverno (3.640 lux) às 12h e no solstício de verão ela atinge o máximo (7.086 lux) às 11h.

A partir do gráfico 17, observa-se que no solstício de inverno a iluminância no ponto da mesa atinge o menor pico (669 lux) às 12h e no solstício de verão ela atinge o máximo (1159 lux) às 13h.

A diferença entre os picos de iluminância nos pontos do sofá e da mesa para a tipologia “e” é de 5.9274 lux. A iluminância máxima tanto no ponto do sofá quanto no ponto da mesa atinge valores indesejáveis, podendo causar ofuscamento.

Nos dois pontos simulados, o valor da iluminância mínima atingida é inferior a 70% da iluminância média determinada pela norma.

Para o ponto do sofá, o horário e o período em que a iluminância está dentro do valor aceitável pela norma são: às 6h e às 18h no solstício de verão.

Para o ponto da mesa, esses horários e períodos são: das 7h às 9h e das 15h às 17h no equinócio de outono; das 7h às 17h no solstício de inverno; das 7h às 9h e das 15h às 17h no equinócio de primavera; e das 7h às 8h e das 16h às 18h no solstício de verão.

O segundo grupo de tipologias analisadas quanto a iluminação natural, no que diz respeito ao comportamento da iluminância será o **Grupo 2**, tipologias confeccionadas a partir das máscaras de sombra para cada uma das oito principais orientações da carta solar da cidade de Maceió.

A **tipologia G2: DR1** que está orientada para o norte, gerou os gráficos 18 e 19.

**Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas**

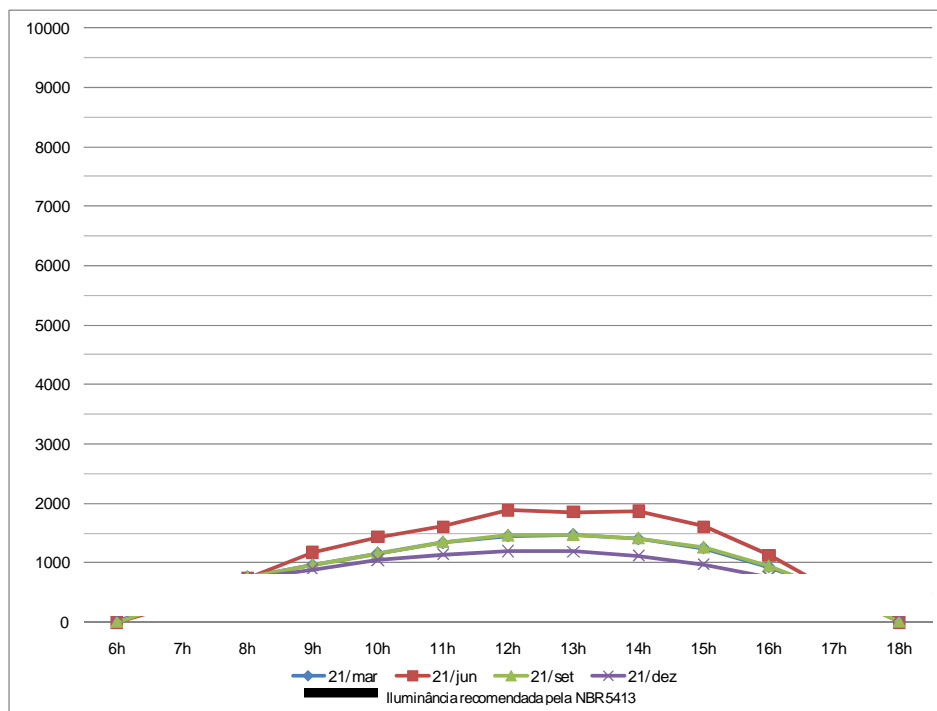


Gráfico 18 - Comportamento da iluminância no ponto do sofá, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G2: DR1. Fonte: A autora (2010).

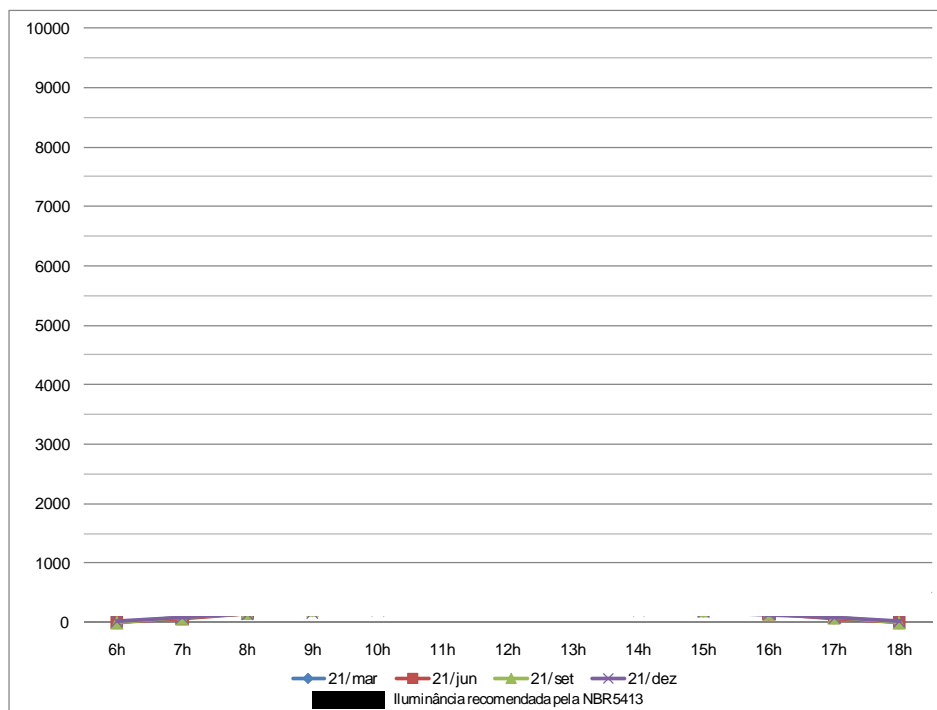


Gráfico 19 - Comportamento da iluminância no ponto da mesa, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G2: DR1. Fonte: A autora (2010).

A partir do gráfico 18 é possível observar que a iluminância alcança seu menor valor no solstício de verão (1.197lux) às 12h e no solstício de inverno ela atinge o máximo (1.878 lux) às 12h.

A partir do gráfico 19, observa-se que no solstício de verão a iluminância no ponto da mesa atinge o menor pico (223 lux) às 12h e no solstício de inverno ela atinge o máximo (334 lux) às 13h.

A diferença entre os picos de iluminância nos pontos do sofá e da mesa para a **tipologia G2: DR1** é de 1.544 lux. Enquanto que a iluminância máxima no ponto do sofá atinge valores indesejáveis, podendo causar ofuscamento, a iluminância máxima para o ponto da mesa está dentro do intervalo aceito pela norma.

Nos dois pontos simulados, o valor da iluminância mínima atingida é inferior a 70% da iluminância média determinada pela norma.

Para o ponto do sofá, o horário e o período em que a iluminância está dentro do valor aceitável pela norma são: às 7h e às 17h no equinócio de outono, no solstício de inverno e no equinócio de primavera; e das 6h às 7h e das 17h às 18h no solstício de verão.

Para o ponto da mesa, esses horários e períodos são: das 8h às 16h no equinócio de outono, solstício de inverno, no equinócio de primavera e no solstício de verão.

A **tipologia G2: DR2** que está orientada para o nordeste, gerou os gráficos 20 e 21.

**Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas**

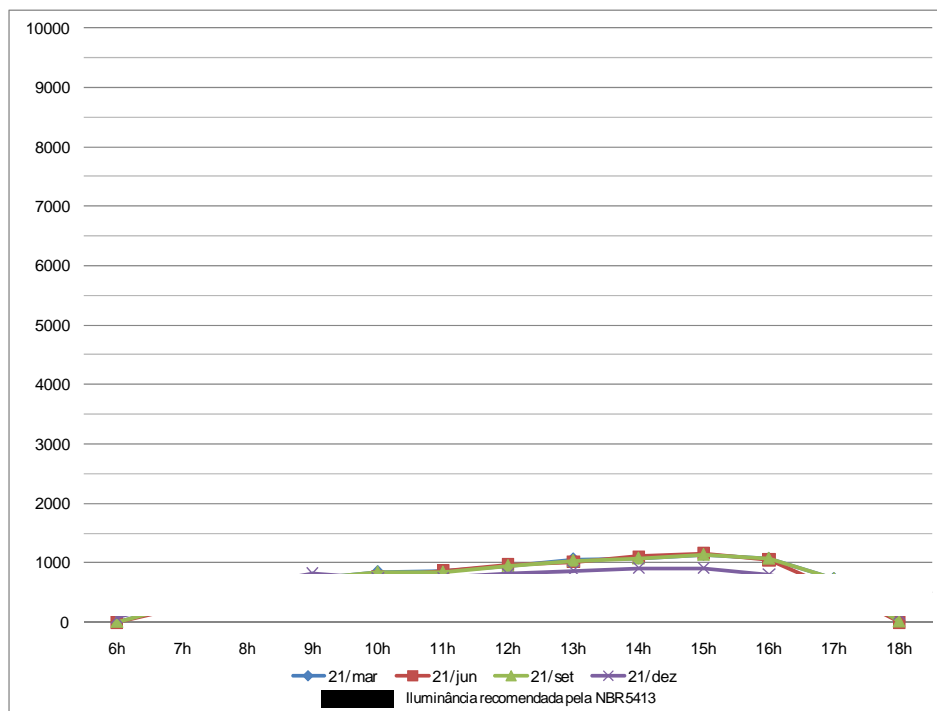


Gráfico 20 - Comportamento da iluminância no ponto do sofá, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G2: DR2. Fonte: A autora (2010).

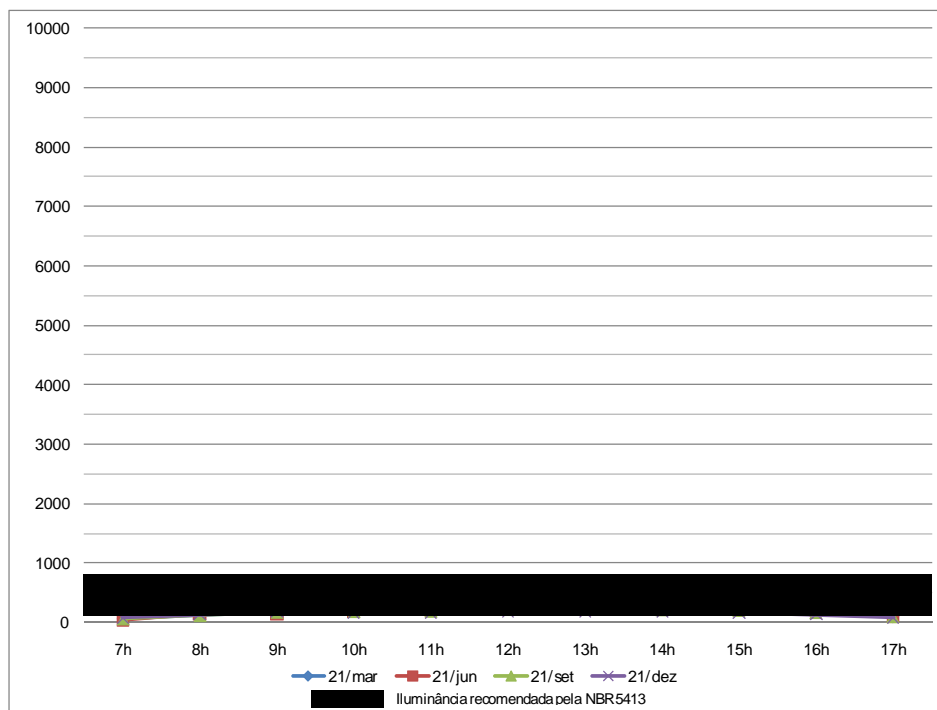


Gráfico 21 - Comportamento da iluminância no ponto da mesa, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G2: DR2. Fonte: A autora (2010).

A partir do gráfico 20 é possível observar que a iluminância alcança seu menor valor no solstício de verão (911 lux) às 14h e no solstício de inverno ela atinge o máximo (1.158 lux) às 15h.

A partir do gráfico 21, observa-se que no solstício de verão a iluminância no ponto da mesa atinge o menor pico (183 lux) às 13h e no solstício de inverno ela atinge o máximo (245 lux) às 14h.

A diferença entre os picos de iluminância nos pontos do sofá e da mesa para a **tipologia G2: DR2** é de 913 lux. Enquanto que a iluminância máxima no ponto do sofá atinge valores indesejáveis, podendo causar ofuscamento, a iluminância máxima para o ponto da mesa está dentro do intervalo aceito pela norma.

Nos dois pontos simulados, o valor da iluminância mínima atingida é inferior a 70% da iluminância média determinada pela norma.

Para o ponto do sofá, o horário e o período em que a iluminância está dentro do valor aceitável pela norma são: às 7h e às 9h no equinócio de outono; das 7h às 9h e às 17h no solstício de inverno e no equinócio de primavera; e das 7h às 8h, às 10h e das 17h às 18h no solstício de verão.

Para o ponto da mesa, esses horários e períodos são: das 8h às 16h no equinócio de outono, solstício de inverno e no solstício de verão; e das 8h às 17h no equinócio de primavera.

A **tipologia G2: SR1** que está orientada para o leste, gerou os gráficos 22 e 23.

**Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas**

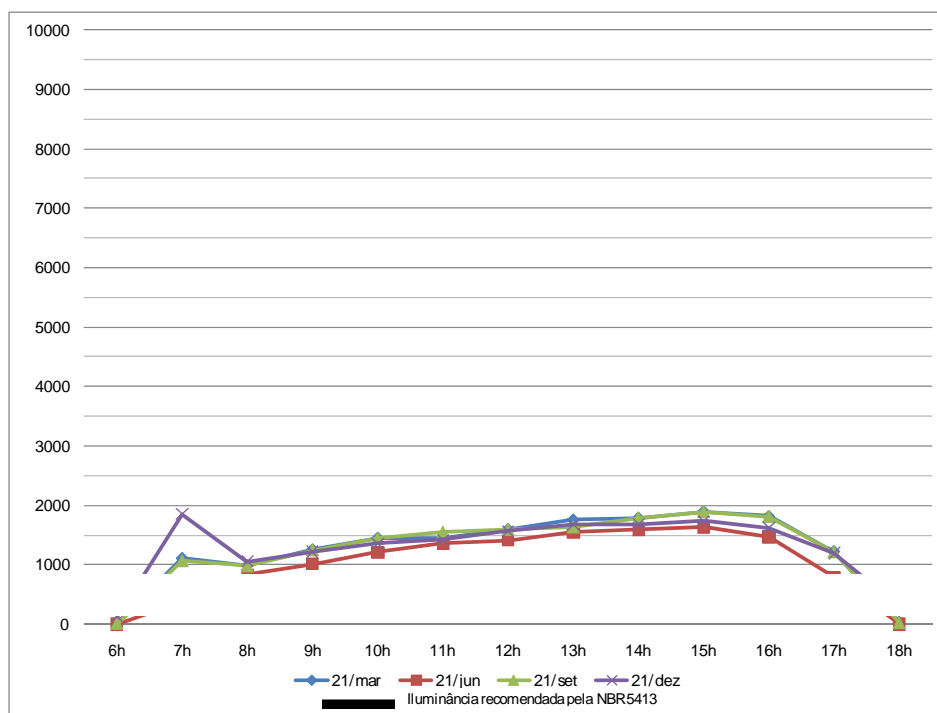


Gráfico 22 - Comportamento da iluminância no ponto do sofá, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G2: SR1. Fonte: A autora (2010).

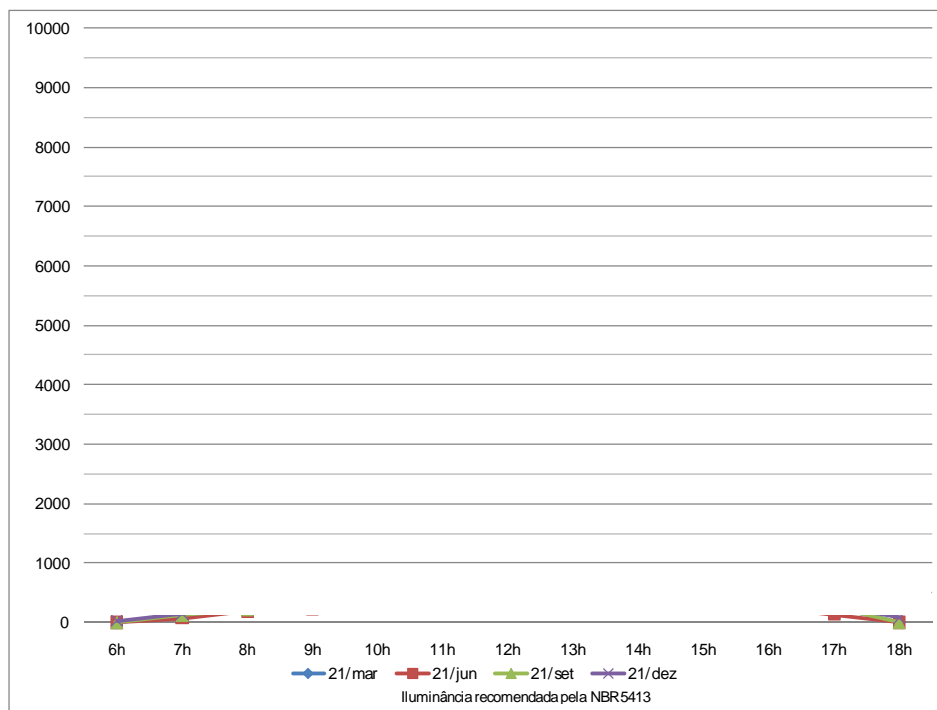


Gráfico 23 - Comportamento da iluminância no ponto da mesa, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G2: SR1. Fonte: A autora (2010).

A partir do gráfico 22 é possível observar que a iluminância alcança seu menor valor no solstício de inverno (1630 lux) às 15h e no equinócio de outono ela atinge o máximo (1899 lux) às 15h.

O comportamento do gráfico às 7h nos equinócios no solstício de verão ocorre em função da radiação solar no interior do ambiente examinado.

A partir do gráfico 23, observa-se que no solstício de inverno a iluminância no ponto da mesa atinge o menor pico (320 lux) às 13h e no equinócio de outono ela atinge o máximo (384 lux) às 13h.

A diferença entre os picos de iluminância nos pontos do sofá e da mesa para a **tipologia G2: SR1** é de 1.515 lux. Enquanto que a iluminância máxima no ponto do sofá atinge valores indesejáveis, podendo causar ofuscamento, a iluminância máxima para o ponto da mesa está dentro do intervalo aceito pela norma.

Nos dois pontos simulados, o valor da iluminância mínima atingida é inferior a 70% da iluminância média determinada pela norma.

Para o ponto do sofá, o horário e o período em que a iluminância está dentro do valor aceitável pela norma são: às 7h no solstício de inverno; às 7h e às 18h no solstício de verão.

Para o ponto da mesa, esses horários e períodos são: das 7h às 17h no equinócio de outono, solstício de inverno, no equinócio de primavera, e no solstício de verão.

A **tipologia G2: DR3** que está orientada para o sudeste, gerou os gráficos 24 e 25.



**Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas**

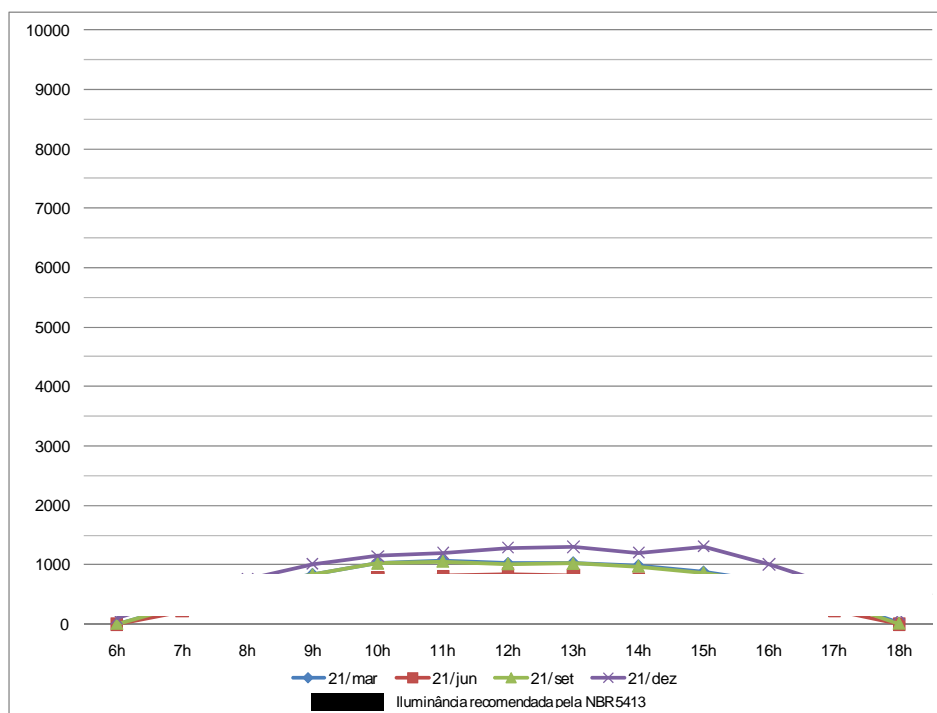


Gráfico 24 - Comportamento da iluminância no ponto do sofá, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G2: DR3. Fonte: A autora (2010).

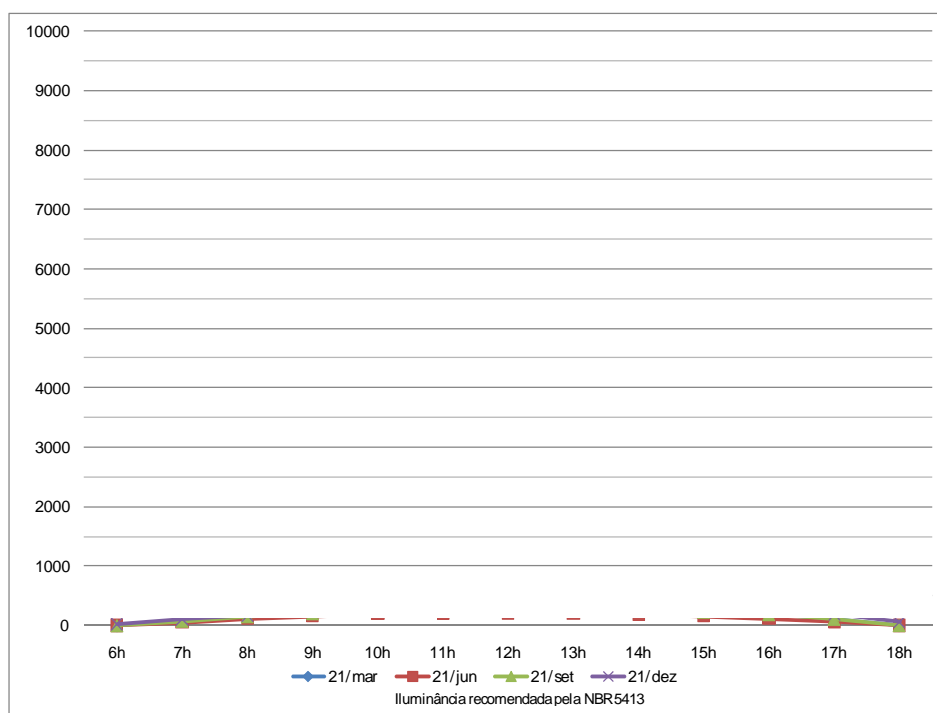


Gráfico 25 - Comportamento da iluminância no ponto da mesa, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G2: DR3. Fonte: A autora (2010).

A partir do gráfico 24 é possível observar que a iluminância alcança seu menor valor no solstício de inverno (842 lux) às 12h e no equinócio de outono ela atinge o máximo (1309 lux) às 15h.

A partir do gráfico 25, observa-se que no solstício de inverno a iluminância no ponto da mesa atinge o menor pico (210 lux) às 12h e no equinócio de outono ela atinge o máximo (317 lux) às 15h.

A diferença entre os picos de iluminância nos pontos do sofá e da mesa para a **tipologia G2: DR3** é de 992 lux. Enquanto que a iluminância máxima no ponto do sofá atinge valores indesejáveis, podendo causar ofuscamento, a iluminância máxima para o ponto da mesa está dentro do intervalo aceito pela norma.

Nos dois pontos simulados, o valor da iluminância mínima atingida é inferior a 70% da iluminância média determinada pela norma.

Para o ponto do sofá, o horário e o período em que a iluminância está dentro do valor aceitável pela norma são: das 7h às 8h e das 16h às 17h no equinócio de outono e no equinócio de primavera; das 7h às 9h e das 15h às 17h no solstício de inverno; e das 6h às 7h e das 17 às 18h no solstício de verão.

Para o ponto da mesa, esses horários e períodos são: das 8h às 17h no equinócio de outono e no equinócio de primavera; das 8h às 16h no solstícios de inverno; e das 7h às 17h no solstício de verão.

A **tipologia G2: DR4** que está orientada para o sul, gerou os gráficos 26 e 27.

Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas

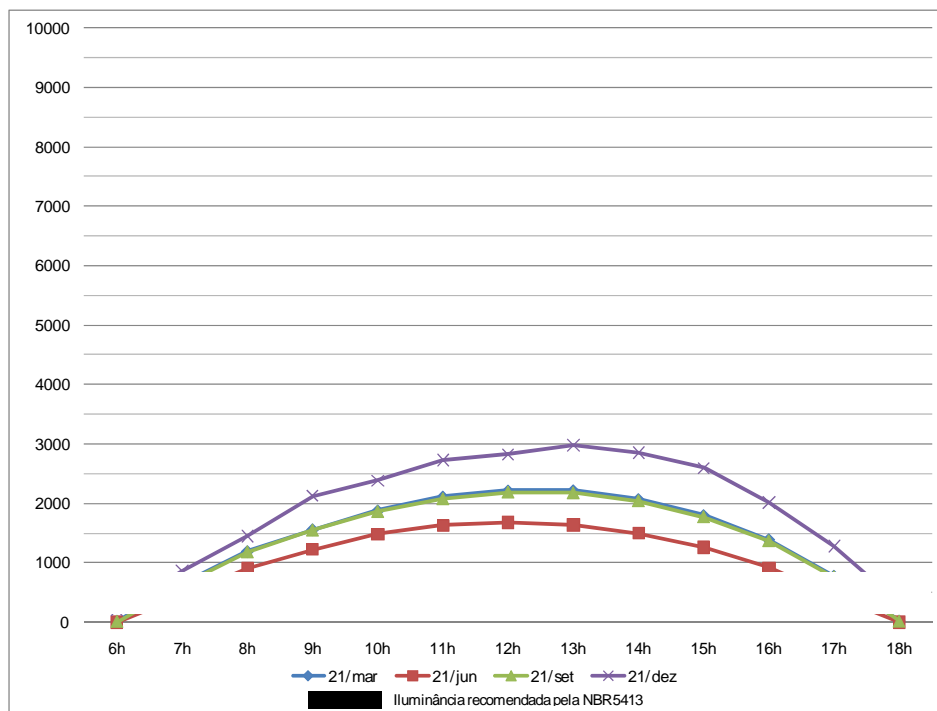


Gráfico 26 - Comportamento da iluminância no ponto do sofá, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G2: DR4. Fonte: A autora (2010).

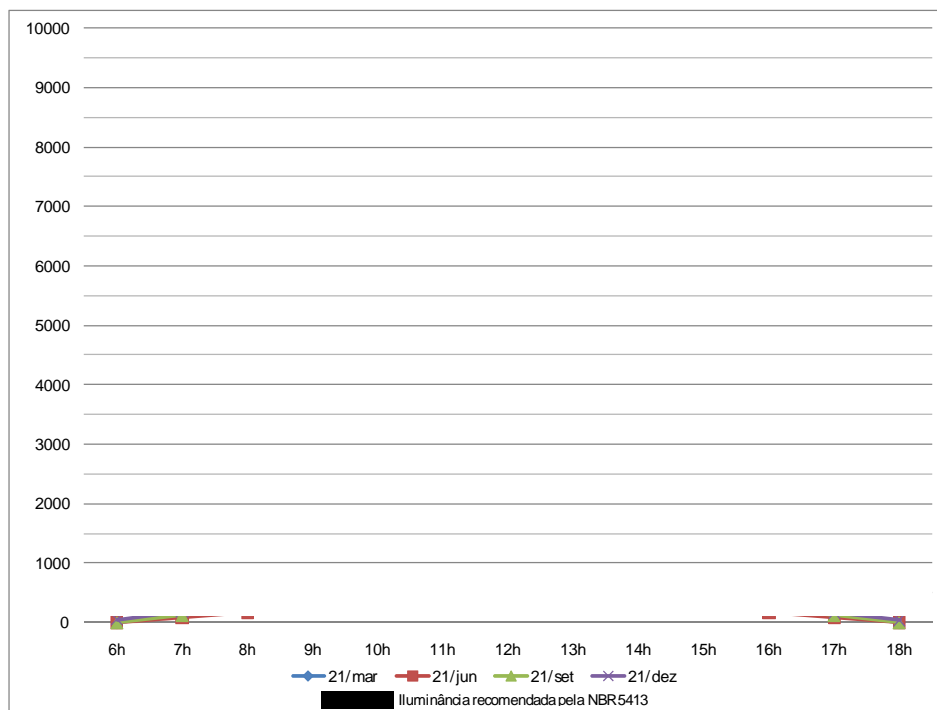


Gráfico 27 - Comportamento da iluminância no ponto da mesa, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G2: DR4. Fonte: A autora (2010).

A partir do gráfico 26 é possível observar que a iluminância alcança seu menor valor no solstício de inverno (1.676 lux) às 12h e no equinócio de outono ela atinge o máximo (2.977 lux) às 13h.

A partir do gráfico 27, observa-se que no solstício de inverno a iluminância no ponto da mesa atinge o menor pico (339 lux) às 12h e no equinócio de outono ela atinge o máximo (542 lux) às 13h.

A diferença entre os picos de iluminância nos pontos do sofá e da mesa para a **tipologia G2: DR4** é de 2.435 lux. Enquanto que a iluminância máxima no ponto do sofá atinge valores indesejáveis, podendo causar ofuscamento, a iluminância máxima para o ponto da mesa está dentro do intervalo aceito pela norma.

Nos dois pontos simulados, o valor da iluminância mínima atingida é inferior a 70% da iluminância média determinada pela norma.

Para o ponto do sofá, o horário e o período em que a iluminância está dentro do valor aceitável pela norma são: às 7h no equinócio de outono e no equinócio de primavera; às 7h e às 17h no solstício de inverno; e às 6h e às 18h no solstício de verão.

Para o ponto da mesa, esses horários e períodos são: das 8h às 17h no equinócio de outono, no equinócio de primavera e no solstício de verão; e das 8h às 16h no solstícios de inverno.

A **tipologia G2: DR5** que está orientada para o sudoeste, gerou os gráficos 28 e 29.

Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas

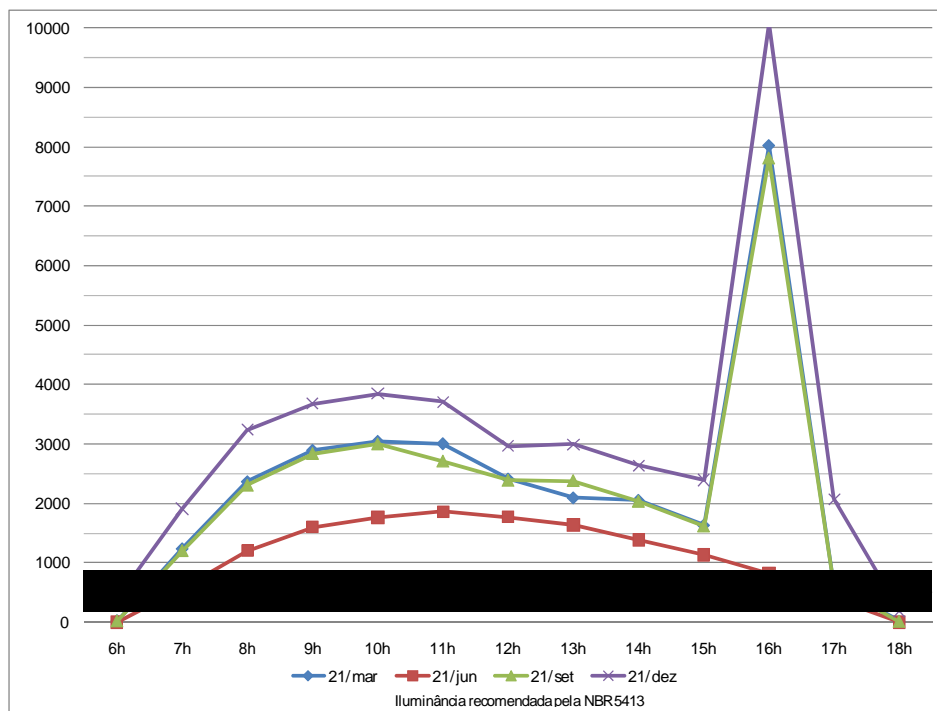


Gráfico 28 - Comportamento da iluminância no ponto do sofá ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G2: DR5. Fonte: A autora (2010).

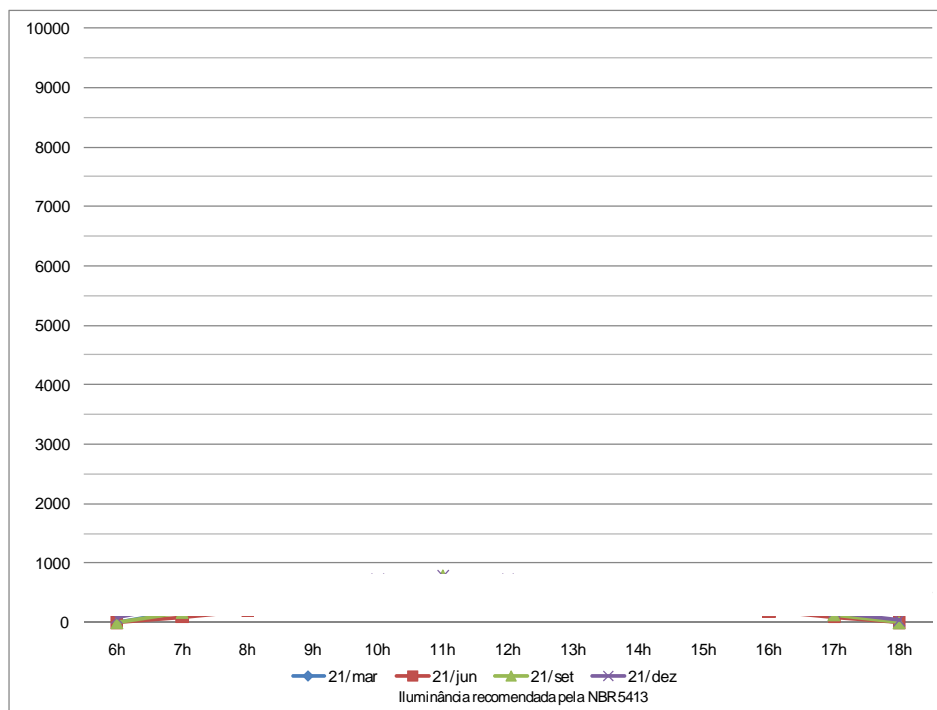


Gráfico 29 - Comportamento da iluminância no ponto da mesa ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G2: DR5. Fonte: A autora (2010).

A partir do gráfico 28 é possível observar que a iluminância alcança seu menor valor no solstício de inverno (1.861 lux) às 11h e no solstício de verão ela atinge o máximo (10.064 lux) às 16h.

O comportamento do gráfico às 16h nos equinócios e no solstício de verão ocorre em função da radiação solar no interior do ambiente examinado.

A partir do gráfico 29, observa-se que no solstício de inverno a iluminância no ponto da mesa atinge o menor pico (455 lux) às 11h e no equinócio de primavera ela atinge o máximo (786 lux) às 11h.

A diferença entre os picos de iluminância nos pontos do sofá e da mesa para a **tipologia G2: DR5** é de 9.278 lux. Em nenhum dos dois pontos a iluminância está dentro do intervalo aceito pela norma.

Nos dois pontos simulados, o valor da iluminância mínima atingida é inferior a 70% da iluminância média determinada pela norma.

Para o ponto do sofá, o horário e o período em que a iluminância está dentro do valor aceitável pela norma são: às 17h no equinócio de outono e no equinócio de primavera; às 7h e às 17h no solstício de inverno; e às 6h e às 18h no solstício de verão.

Para o ponto da mesa, esses horários e períodos são: das 7h às 17h no equinócio de outono; das 8h às 16h no solstícios de inverno; das 7h às 10h e das 12h às 17h no equinócio de primavera e no solstício de verão.

A **tipologia G2: SR2** que está orientada para o oeste, gerou os gráficos 30 e 31.

Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas

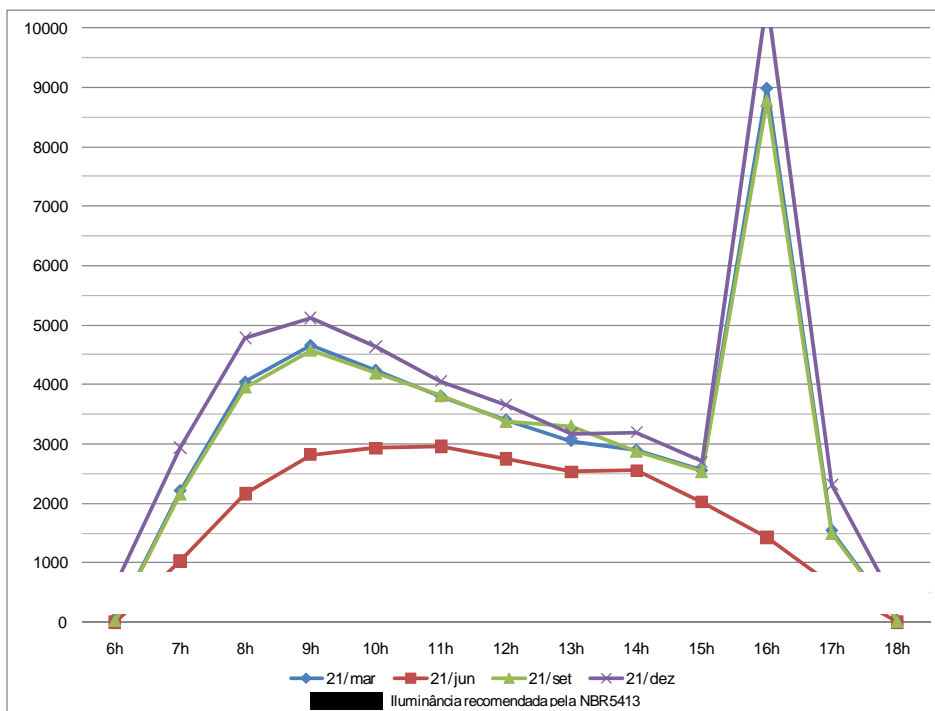


Gráfico 30 - Comportamento da iluminância no ponto do sofá, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G2: SR2. Fonte: A autora (2010).

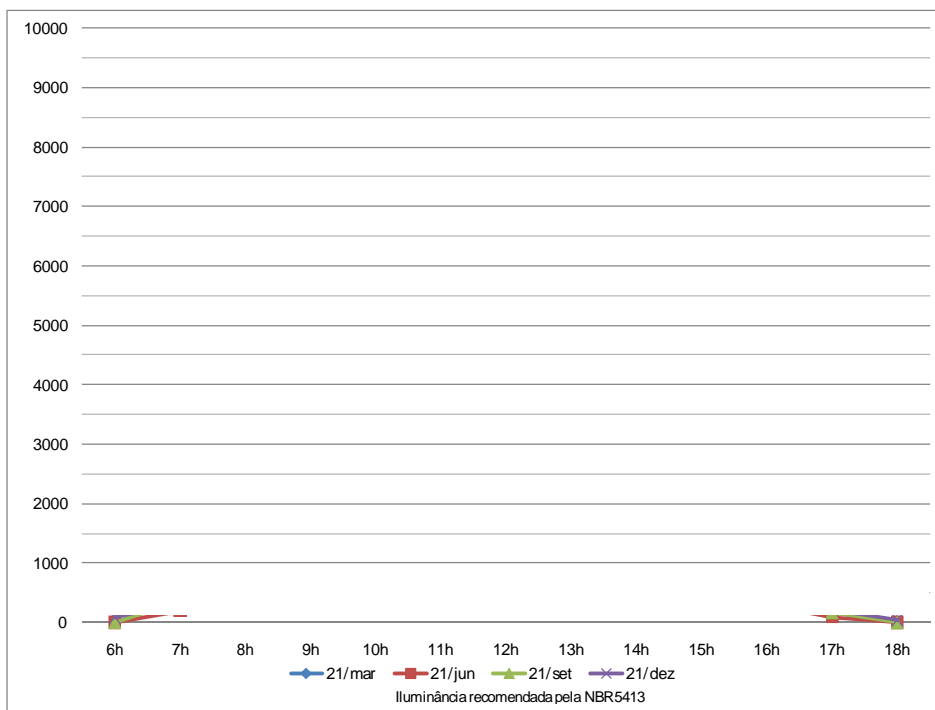


Gráfico 31 - Comportamento da iluminância no ponto da mesa, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G2: SR2. Fonte: A autora (2010).

A partir do gráfico 30 é possível observar que a iluminância alcança seu menor valor no solstício de inverno (2.961 lux) às 11h e no solstício de verão ela atinge o máximo (10.510 lux) às 16h.

O comportamento do gráfico às 16h nos equinócios e no solstício de verão ocorre em função da radiação solar no interior do ambiente examinado.

A partir do gráfico 31, observa-se que no solstício de inverno a iluminância no ponto da mesa atinge o menor pico (483 lux) às 10h e no equinócio de outono ela atinge o máximo (595 lux) às 9h.

A diferença entre os picos de iluminância nos pontos do sofá e da mesa para a **tipologia G2: SR2** é de 9.915 lux. Enquanto que a iluminância máxima no ponto do sofá atinge valores indesejáveis, podendo causar ofuscamento, a iluminância máxima para o ponto da mesa está dentro do intervalo aceito pela norma.

Nos dois pontos simulados, o valor da iluminância mínima atingida é inferior a 70% da iluminância média determinada pela norma.

Para o ponto do sofá, o horário e o período em que a iluminância está dentro do valor aceitável pela norma são: às 17h no solstício de inverno; e às 6h e às 18h no solstício de verão.

Para o ponto da mesa, esses horários e períodos são: das 7h às 17h no equinócio de outono, no equinócio de primavera e no solstício de verão; e das 7h às 16h no solstícios de inverno.

A **tipologia G2: DR6** que está orientada para o noroeste, gerou os gráficos 32 e 33.



**Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas**

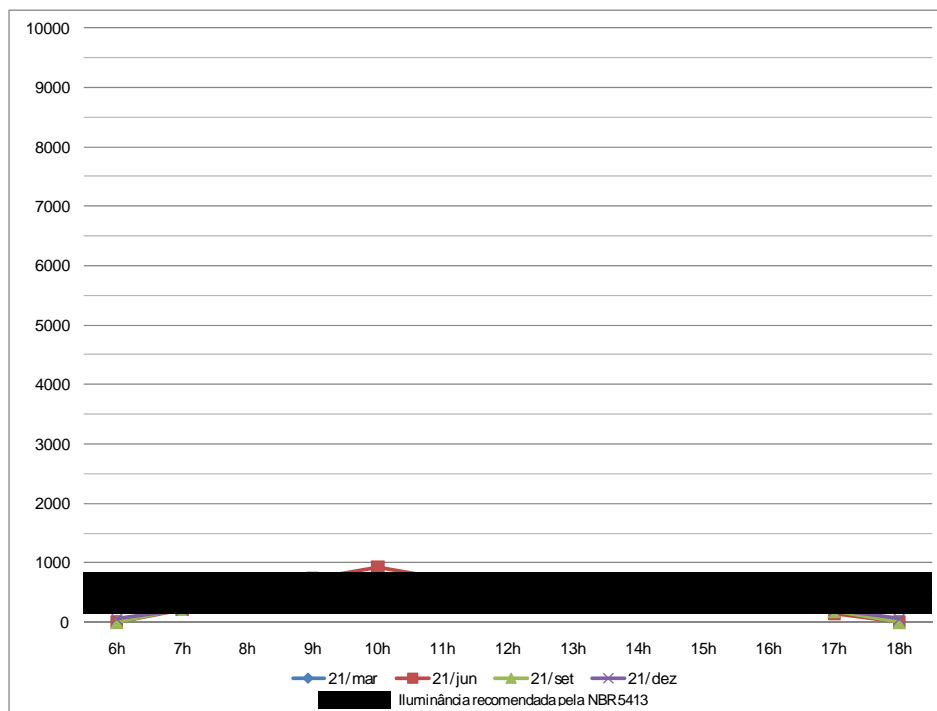


Gráfico 32 - Comportamento da iluminância no ponto do sofá, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G2: DR6. Fonte: A autora (2010).

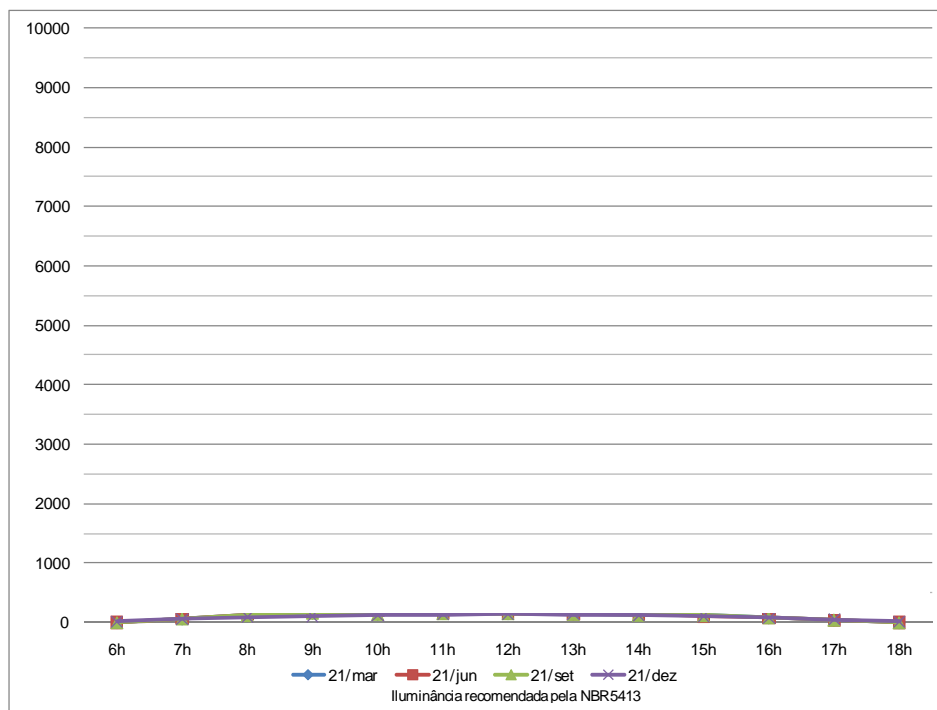


Gráfico 33 - Comportamento da iluminância no ponto da mesa, ao longo do dia, nos solstícios e equinócios para a tipologia G2: DR6. Fonte: A autora (2010).

A partir do gráfico 32 é possível observar que a iluminância alcança seu menor valor no solstício de verão (548 lux) às 12h e no solstício de inverno ela atinge o máximo (928 lux) às 10h.

O comportamento do gráfico às 10h nos solstício de inverno ocorre em função da radiação solar no interior do ambiente examinado.

A partir do gráfico 33, observa-se que no solstício de verão a iluminância no ponto da mesa atinge o menor pico (137 lux) às 12h e no solstício de inverno ela atinge o máximo (212 lux) às 10h.

A diferença entre os picos de iluminância nos pontos do sofá e da mesa para a **tipologia G2: DR6** é de 716 lux. Enquanto que a iluminância máxima no ponto do sofá atinge valores indesejáveis, podendo causar ofuscamento, a iluminância máxima para o ponto da mesa está dentro do intervalo aceito pela norma.

Nos dois pontos simulados, o valor da iluminância mínima atingida é inferior a 70% da iluminância média determinada pela norma.

Para o ponto do sofá, o horário e o período em que a iluminância está dentro do valor aceitável pela norma são: das 7h às 17h no equinócio de outono, no equinócio de primavera e no solstício de verão; e das 7h às 9h e das 11h às 17h no solstício de inverno.

Para o ponto da mesa, esses horários e períodos são: das 8h às 15h no equinócio de outono, no solstício de inverno e no equinócio de primavera; e das 9h às 15h no solstício de verão.

Como forma de comparar o comportamento da iluminância entre as tipologias confeccionadas a partir das máscaras de sombra, no decorrer do dia e para cada período do ano, para os pontos do sofá e da mesa, foram elaborados os gráficos 34 a 41.

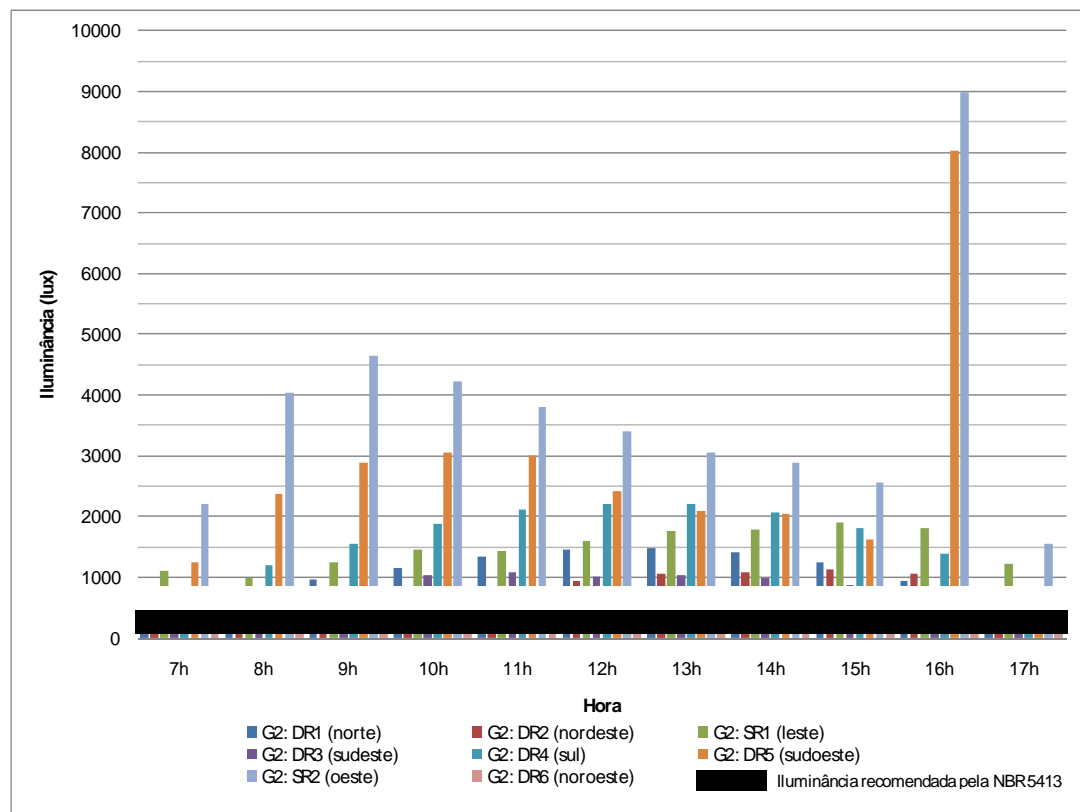


Gráfico 34 - Comportamento da iluminância entre as tipologias do Grupo 2, no decorrer do dia, no equinócio de outono, no ponto do sofá. Fonte: A autora (2010).

Como apresentado no gráfico 34 que envolve as tipologias do **Grupo 2**, no período do equinócio de outono, a iluminância no ponto do sofá atinge valores máximos na tipologia G2, principalmente às 16h quando alcança 8.989 lux.

A **tipologia G2: DR6** é a que mantém por mais horas do dia a iluminância dentro da faixa aceita pela NBR 5413 (1992) e as **tipologias G2: SR1** e **tipologia G2: SR2** não chegam a atingir valores aceitos pela norma em nenhuma hora do dia.

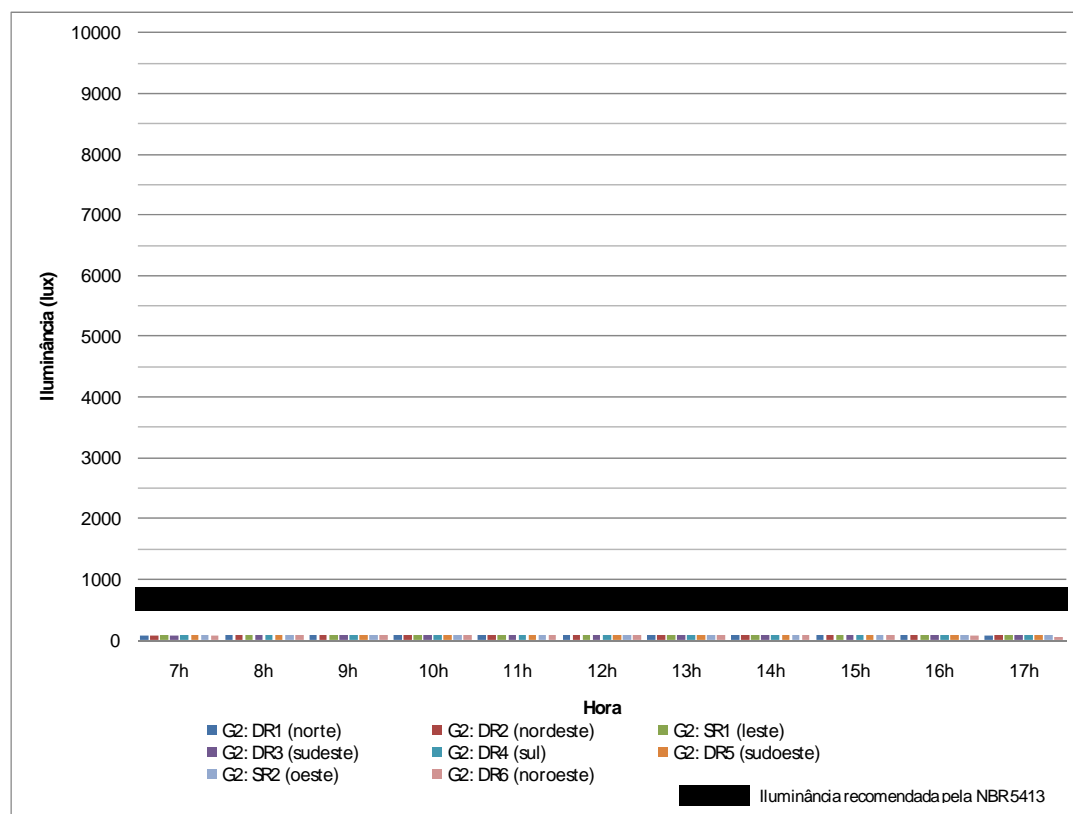


Gráfico 35 - Comportamento da iluminância entre as tipologias do Grupo 2, no decorrer do dia, no equinócio de outono, no ponto da mesa. Fonte: A autora (2010).

Como apresentado no gráfico 35 que envolve as tipologias do **Grupo 2**, no período do equinócio de outono, a iluminância no ponto da mesa atinge valores máximos na **tipologia G2: DR5**, das 11h às 14h, na **tipologia G2: SR2**, das 6h às 9h e das 15h às 16h, e na **tipologia G2: SR1**, das 17 às 18h. Mas, é na **tipologia G2: DR5** que ocorre o pico da iluminância para esse período, 682 lux, às 11h.

Os valores mínimos de iluminância são alcançados com a **tipologia G2: DR6**, das 8h às 17h; e com a **tipologia G2: DR2**, das 7h às 8h.

A **tipologia G2: SR1**, **tipologia G2: DR4**, **tipologia G2: DR5** e **tipologia G2: SR2**, são as que mantêm a iluminância dentro da faixa aceita pela norma por mais horas do dia.

É no ponto da mesa onde os valores da iluminância ocorrem com mais frequência durante o dia, dentro da faixa aceita pela norma. No ponto do sofá há poucas ocorrências de valores desejáveis de iluminância.

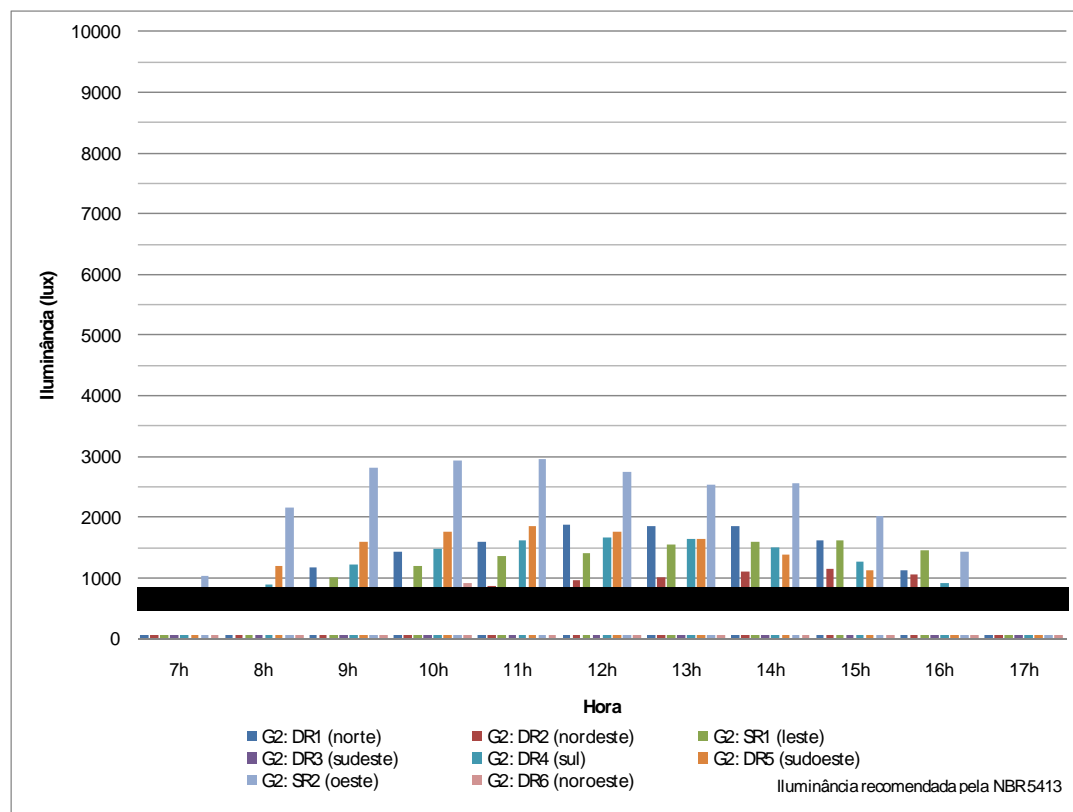


Gráfico 36 - Comportamento da iluminância entre as tipologias do Grupo 2, no decorrer do dia, no solstício de inverno, no ponto do sofá. Fonte: A autora (2010).

Como apresentado no gráfico 36 que envolve as tipologias do **Grupo 2**, no período de solstício de inverno, a iluminância no ponto do sofá atinge valores máximos na **tipologia G2: SR2**, principalmente às 11h, quando alcança 2.961 lux. Apenas às 17h, a **tipologia G2: SR1** tem o valor máximo de iluminância, 778 lux.

A **tipologia G2: DR6** atinge o valor mínimo de iluminância neste ponto às 17h, com 142 lux. Também é essa tipologia que mantém valores de iluminância dentro da faixa aceita pela norma durante a maior parte do dia.

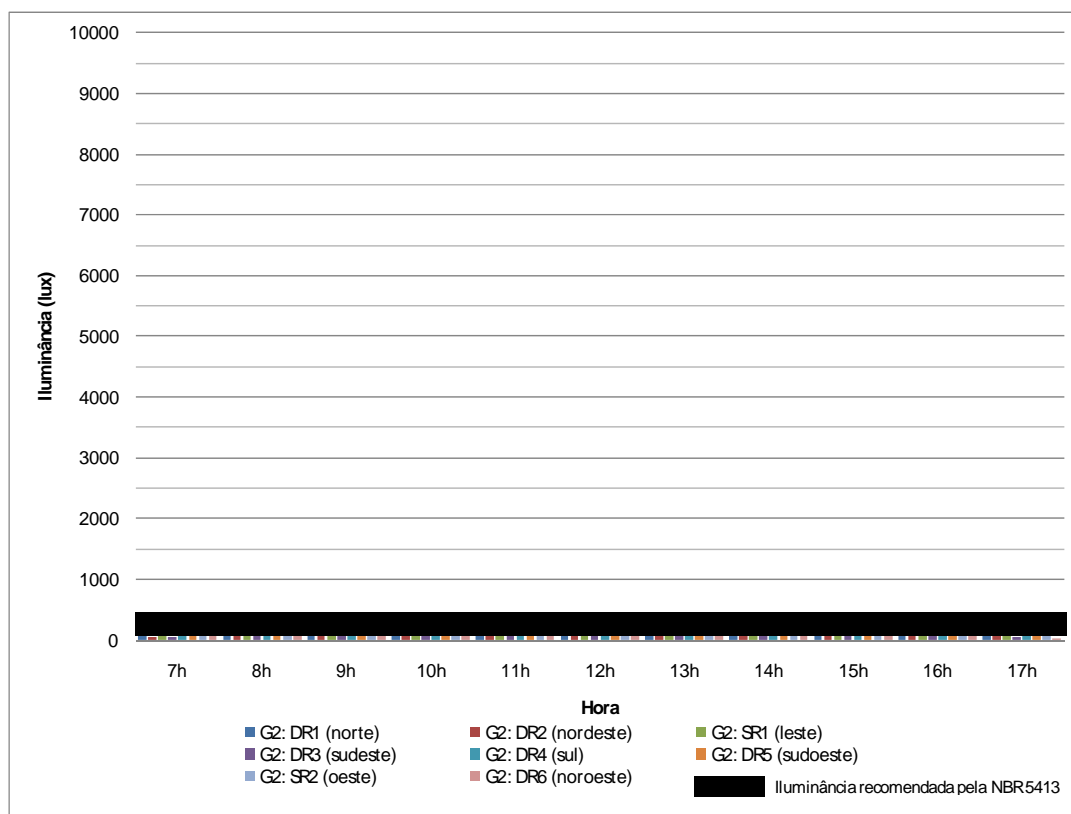


Gráfico 37 - Comportamento da iluminância entre as tipologias do Grupo 2, no decorrer do dia, no solstício de inverno, no ponto da mesa. Fonte: A autora (2010).

Como apresentado no gráfico 37 que envolve as tipologias do **Grupo 2**, no período de solstício de inverno, a iluminância para o ponto da mesa atinge valores máximos na **tipologia G2: SR2**, 483 lux, às 10h. No entanto, às 17h a **tipologia G2: SR1** alcança o valor máximo de iluminância, de 134 lux.

O valor mínimo é alcançado às 17h pela **tipologia G2: DR6**, 36 lux.

A **tipologia G2: SR1** e a **tipologia G2: SR2**, são as que apresentam valores de iluminância aceitos pela norma durante a maior parte do dia.

É no ponto da mesa onde os valores da iluminância ocorrem com mais frequência durante o dia, dentro da faixa aceita pela norma. No ponto do sofá há poucas ocorrências de valores desejáveis de iluminância.

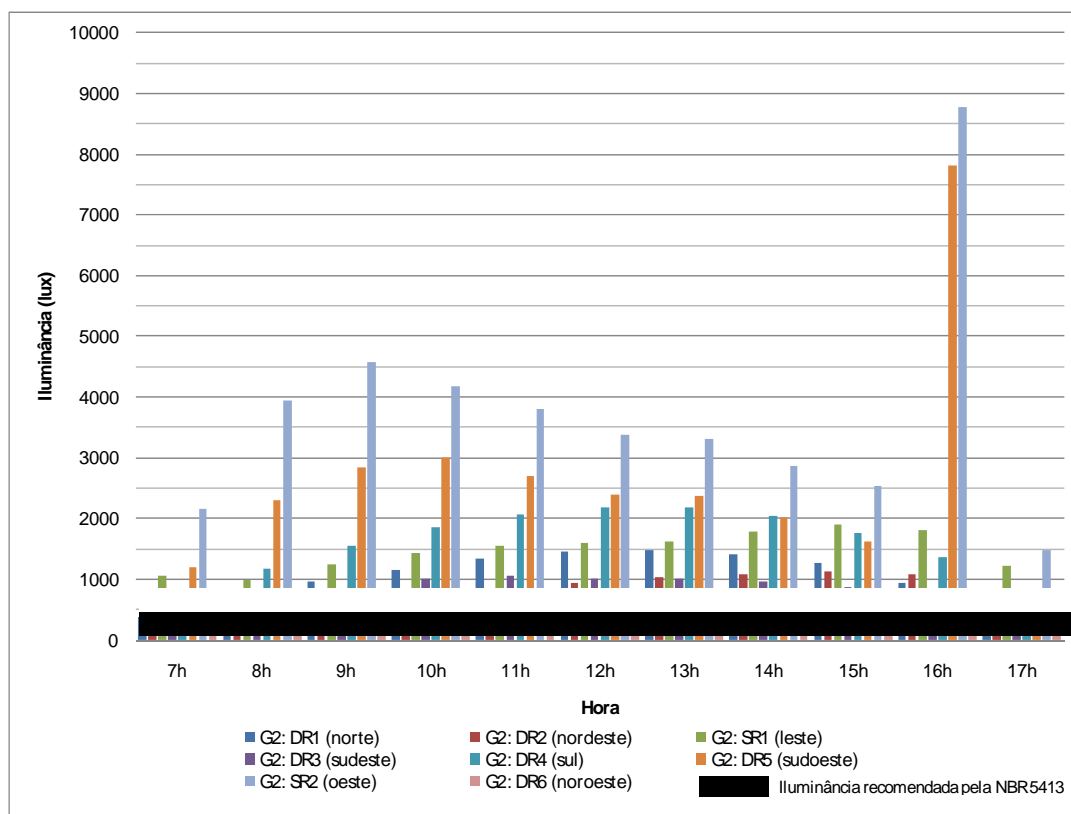


Gráfico 38 - Comportamento da iluminância entre as tipologias do Grupo 2, no decorrer do dia, no equinócio de primavera, no ponto do sofá. Fonte: A autora (2010).

Como apresentado no gráfico 38 que envolve as tipologias do **Grupo 2**, no período de equinócio de primavera, a iluminância no ponto do sofá atinge valores máximos na **tipologia G2: SR2**, principalmente às 16h, quando alcança 8.771 lux.

A **tipologia G2: DR6** mantém valores de iluminância dentro da faixa aceita pela norma durante a maior parte do dia.

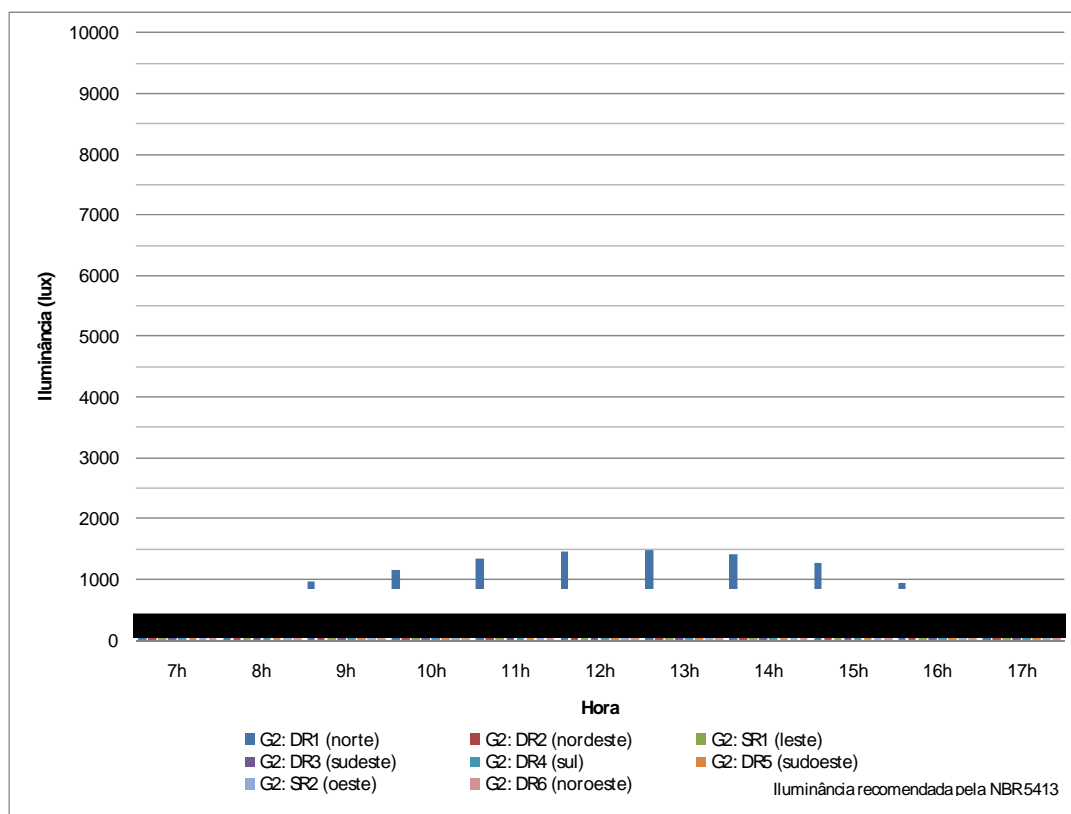


Gráfico 39 - - Comportamento da iluminância entre as tipologias do Grupo 2, no decorrer do dia, no equinócio de primavera, no ponto da mesa. Fonte: A autora (2010).

Como apresentado no gráfico 39 que envolve as tipologias do **Grupo 2**, no período de equinócio de primavera, a iluminância para o ponto da mesa atinge valores máximos na **tipologia G2: DR1**, 1.473 lux, às 13h.

A **tipologia G2: SR1**, **tipologia G2: DR4** e a **tipologia G2: SR2** são as que apresentam valores de iluminância aceitos pela norma durante a maior parte do dia.

É no ponto da mesa onde os valores da iluminância ocorrem com mais frequência durante o dia, dentro da faixa aceita pela norma. No ponto do sofá há poucas ocorrências de valores desejáveis de iluminância.



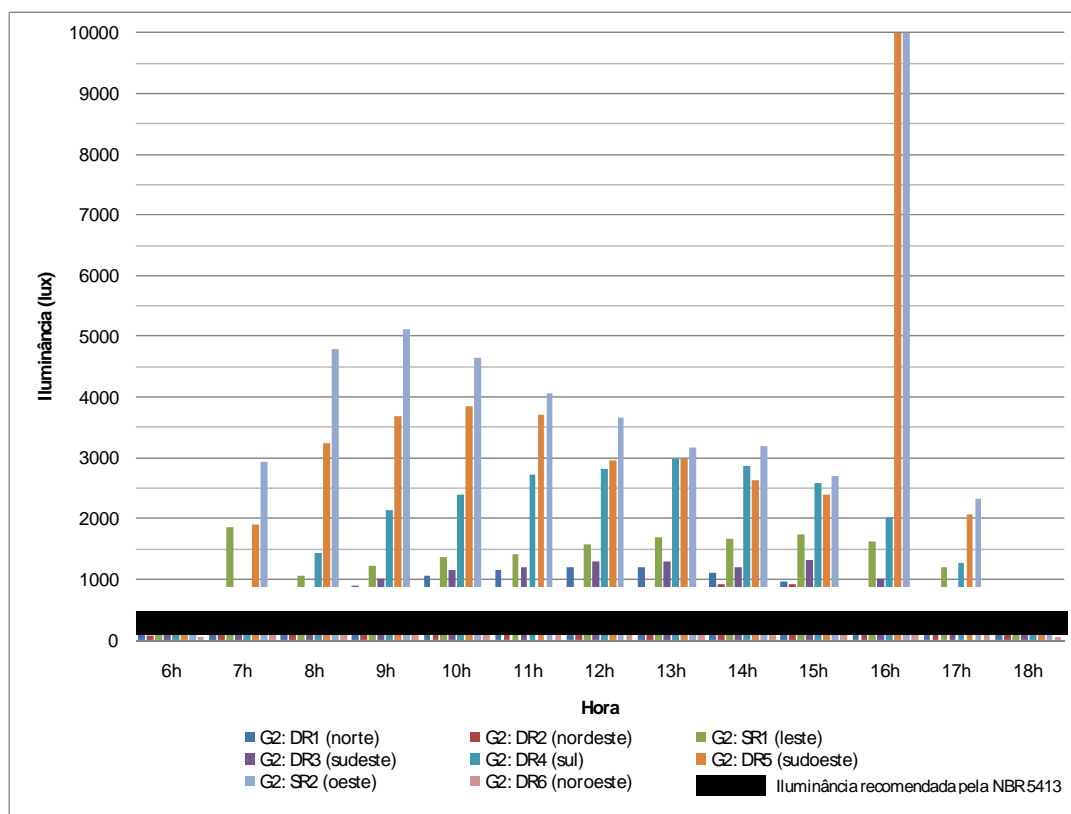


Gráfico 40 - Comportamento da iluminância entre as tipologias do Grupo 2, no decorrer do dia, no solstício de verão, no ponto do sofá. Fonte: A autora (2010).

Como apresentado no gráfico 40 que envolve as tipologias do **Grupo 2**, no período de solstício de verão, a iluminância no ponto do sofá atinge valores máximos na **tipologia G2: SR2**, principalmente às 16h, quando alcança 10.510 lux. Apenas às 18h, é que a **tipologia G2: DR4** atinge o valor máximo de 324 lux.

A **tipologia G2: DR6** atinge o valor mínimo de iluminância neste ponto às 18h, com 53 lux. Também é essa tipologia que mantém valores de iluminância dentro da faixa aceita pela norma durante a maior parte do dia.

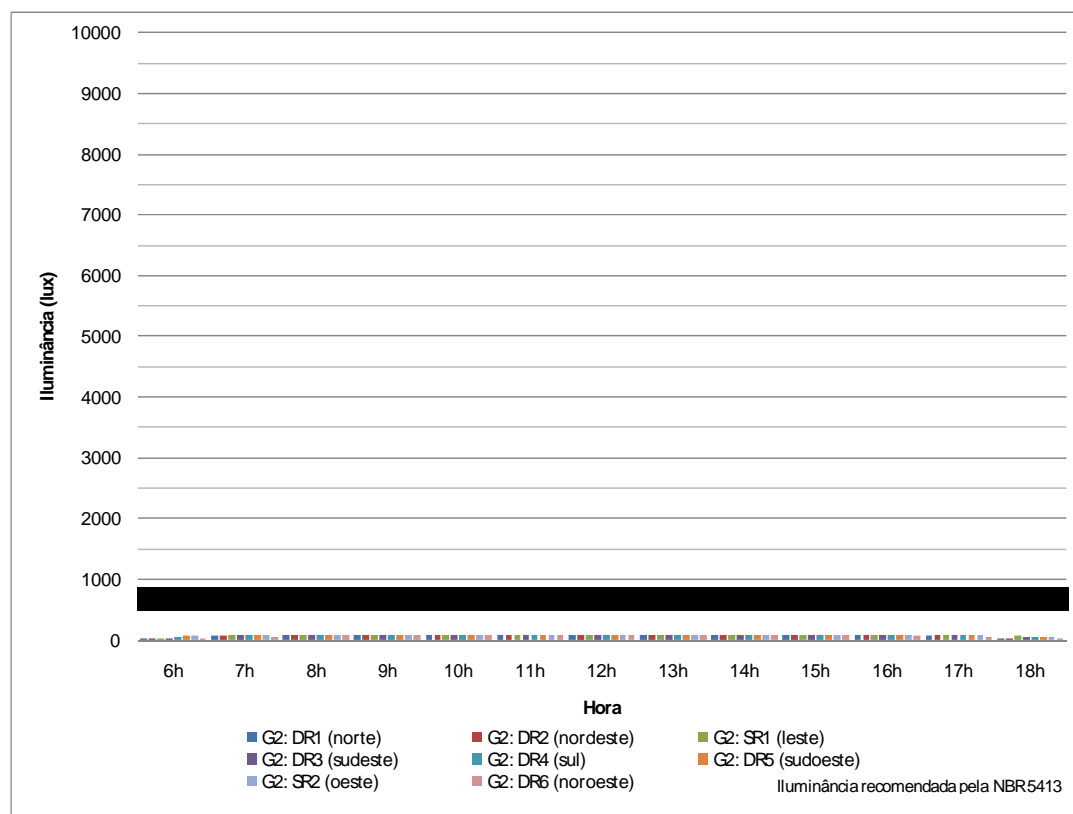


Gráfico 41 - Comportamento da iluminância entre as tipologias do Grupo 2, no decorrer do dia, no solstício de verão, no ponto da mesa. Fonte: A autora (2010).

Como apresentado no gráfico 41 que envolve as tipologias do **Grupo 2**, no período de solstício de verão, a iluminância para o ponto da mesa atinge valores máximos na **tipologia G2: DR5**, 776 lux, às 11h. Das 6h às 8h e às 16h é a **tipologia G2: SR2** que alcança o valor máximo de 82 lux. Das 17h às 18h é a **tipologia G2: SR1** que alcança o máximo, 277 lux e 76 lux, respectivamente.

O valor mínimo é alcançado às 6h e às 18h pela **tipologia G2: DR6**, de 13 lux.

A **tipologia G2: SR1**, **tipologia G2: DR3** e a **tipologia G2: DR4** e a **tipologia G2: SR2** são as que apresentam valores de iluminância aceitos pela norma durante a maior parte do dia.

É no ponto da mesa onde os valores da iluminância ocorrem com mais frequência durante o dia, dentro da faixa aceita pela norma. No ponto do sofá há poucas ocorrências de valores desejáveis de iluminância.

### 3.2. Considerações

Com base nos resultados encontrados, algumas considerações para utilização mais adequada das varandas podem ser feitas, tirando melhor vantagem das condições ambientais do clima de Maceió.

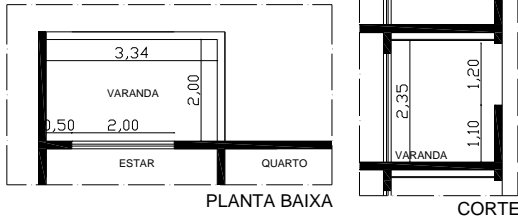
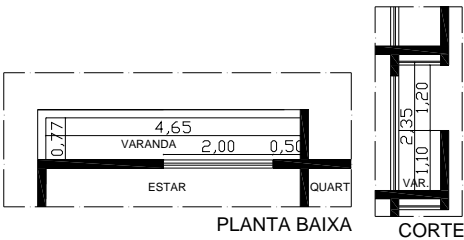
- **Orientação e tipologia**

O desempenho da varanda depende, em alto grau, da orientação da mesma. A depender da orientação da varanda, a escolha da tipologia é fundamental para o melhor aproveitamento das condições ambientais e para o seu dimensionamento (quadro 27).

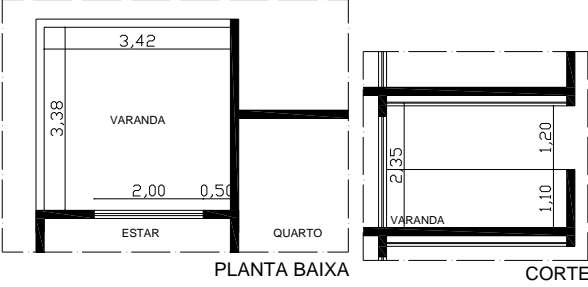

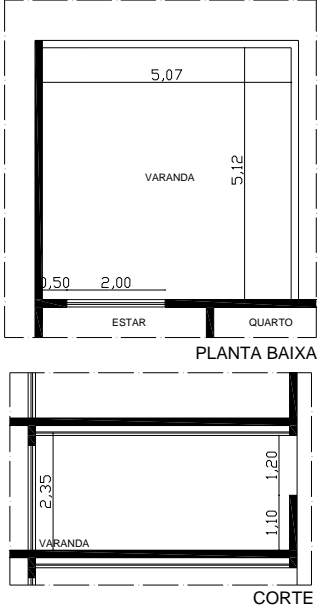
Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas

ORIENTAÇÃO			
N	DR		<p><b>Sombreamento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bom desempenho das 9h às 16h.</li> <li>• A tipologia em saque exigiria dimensões maiores.</li> <li>• Se utilizar tipologia confinada, observar direção dos ventos.</li> </ul> <p><b>Iluminação:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sala de estar: desempenho razoável no solstício de verão; mau desempenho nos equinócios e no solstício de inverno.</li> <li>• Sala de jantar: Bom desempenho no equinócio de outono, nos solstícios; Mau desempenho no equinócio de primavera.</li> </ul>
NE	DR		<p><b>Sombreamento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bom desempenho das 9h às 16h.</li> <li>• A tipologia em saque exigiria dimensões maiores.</li> <li>• Se utilizar tipologia confinada, observar direção dos ventos.</li> </ul> <p><b>Iluminação:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sala de estar: razoável desempenho nos solstícios e nos equinócios.</li> <li>• Sala de jantar: Bom desempenho nos equinócios e nos solstícios.</li> </ul>
L	SR		<p><b>Sombreamento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bom desempenho das 9h às 16h.</li> <li>• As tipologias confinada e de canto não alterariam as suas dimensões, mas influenciariam no aproveitamento da ventilação natural.</li> </ul> <p><b>Iluminação:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sala de estar: mau desempenho nos equinócios e nos solstícios.</li> <li>• Sala de jantar: Bom desempenho nos equinócios e nos solstícios.</li> </ul>

Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas

	SE	DR	 <p>PLANTA BAIXA</p> <p>CORTE</p>	<p><b>Sombreamento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bom desempenho das 9h às 16h.</li> <li>• A tipologia em saque exigiria dimensões maiores.</li> <li>• Se utilizar tipologia confinada, observar direção dos ventos.</li> </ul> <p><b>Iluminação:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sala de estar: Razoável desempenho nos equinócios e nos solstícios.</li> <li>• Sala de jantar: Bom desempenho nos equinócios e nos solstícios.</li> </ul>
	S	DR	 <p>PLANTA BAIXA</p> <p>CORTE</p>	<p><b>Sombreamento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bom desempenho das 9h às 16h.</li> <li>• A tipologia em saque exigiria dimensões maiores.</li> <li>• Se utilizar tipologia confinada, observar direção dos ventos.</li> <li>• O uso da varanda pode ser substituído por outros elementos de proteção solar.</li> </ul> <p><b>Iluminação:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sala de estar: Bom desempenho no equinócio de outono; e mau desempenho nos solstícios e no equinócio de primavera.</li> <li>• Sala de jantar: Bom desempenho nos equinócios e nos solstícios.</li> </ul>

Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas

SO	DR	 <p>PLANTA BAIXA</p> <p>CORTE</p>	<p><b>Sombreamento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bom desempenho das 9h às 16h.</li> <li>• A tipologia em saque exigiria dimensões maiores.</li> <li>• Se utilizar tipologia confinada, observar direção dos ventos.</li> </ul> <p><b>Iluminação:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sala de estar: Bom desempenho no equinócio de outono; mau desempenho nos solstícios e no equinócio de primavera.</li> <li>• Sala de jantar: Bom desempenho nos equinócios e nos solstícios.</li> </ul>
O	SR	 <p>PLANTA BAIXA</p> <p>CORTE</p>	<p><b>Sombreamento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bom desempenho das 9h às 16h.</li> <li>• As tipologias confinada e de canto não alterariam as suas dimensões, mas influenciariam no aproveitamento da ventilação natural.</li> </ul> <p><b>Iluminação:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sala de estar: Mau desempenho nos equinócios e nos solstícios.</li> <li>• Sala de jantar: Bom desempenho nos equinócios e nos solstícios.</li> </ul>
NO	DR	 <p>PLANTA BAIXA</p> <p>CORTE</p>	<p><b>Sombreamento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bom desempenho das 9h às 16h.</li> <li>• A tipologia em saque exigiria dimensões maiores.</li> <li>• Se utilizar tipologia confinada, observar direção dos ventos.</li> </ul> <p><b>Iluminação:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sala de estar: Bom desempenho nos equinócios e nos solstícios.</li> <li>• Sala de jantar: Bom desempenho nos equinócios e nos solstícios.</li> </ul>

Quadro 27- Considerações sobre tipologias de varandas X orientação.

Fonte: A autora (2010).

Um adequado desenho da varanda depende também da localização, do entorno, da vista e da disponibilidade de orçamento. Assim, a utilização deste componente deve ser bem estudada para aproveitar ao máximo seu desempenho ambiental e é aconselhável confeccionar a máscara de sombra para cada situação.



## 4. Conclusão

Este trabalho avaliou o uso de varandas em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió quanto ao sombreamento e a iluminação natural.

A utilização das simulações computacionais mostrou-se bastante satisfatória e possibilitou a realização das avaliações pretendidas. Os programas utilizados (Sketchup 7 e o Troplux 3) são capazes de simular um ano inteiro, todas as horas do dia e todas as orientações desejadas em um período de tempo reduzido, enquanto a modelagem das tipologias leva mais tempo para ser construída.

As análises dos resultados possibilitaram a compreensão do comportamento do sombreamento e da iluminação natural nas tipologias examinadas e ainda a comparação entre os resultados da simulação de insolação e os resultados da simulação da iluminação natural. Uma vez optando por uma melhor estratégia de sombreamento, utilizando as varandas, nem sempre será obtido um bom resultado no desempenho luminoso dos ambientes internos.

Analisando as tipologias do **Grupo 1**, é possível sintetizar no quadro 28 a eficiência de cada uma das varandas dessas tipologias quanto ao sombreamento nos solstícios e equinócios.



Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas

TIPOLOGIA	ORIENTAÇÃO	EQUINÓCIO DE OUTONO	SOLSTÍCIO DE INVERNO	EQUINÓCIO DE PRIMAVERA	SOLSTÍCIO DE VERÃO
G1: CR1	NORTE	😊	😞	😊	-----
G1: DR1	SUDOESTE	-----	😊	😞	😞
G1: DR2	NORTE	😊	😞	😊	-----
G1: CR2	SUL	-----	-----	-----	😊
G1: SR1	SUL	-----	-----	-----	😞
G1: SR2	OESTE	-----	😞	😞	😞

LEGENDA: 😊 DESEMPENHO ÓTIMO    😞 DESEMPENHO BOM    😞 DESEMPENHO RUIM    ----- NÃO OCORRE

**Quadro 28 - Eficiência das varandas das tipologias do Grupo 1 quanto ao sombreamento.**

Fonte: A autora (2010).

Quanto as tipologias do **Grupo 2**, a estratégia de sombreamento já foi levada em consideração para se obter um bom desempenho para cada fachada nos horários em que a temperatura se encontra mais elevada. Considerando que, se desejasse alcançar um bom desempenho em todas as orientações, algumas das tipologias teriam varandas de grandes dimensões, o que inviabilizaria a sua execução, devido aos custos que esses ambientes trariam às construções. Assim, sugere-se que outros componentes sejam agregados à essas tipologias, tais como brises e cobogós, de modo que se alcance um adequado desempenho para elas.

Analisando o desempenho da iluminação natural para as tipologias do **Grupo 1** é possível observar que a busca por um melhor desempenho de sombreamento fez com que os valores de iluminância para o ponto do sofá na sala de estar ficassem acima da faixa aceita pela NBR 5413 (1992), o que pode gerar ofuscamento. Já para o ponto da mesa, na sala de jantar, esses valores se mantêm, em grande parte, dentro dessa faixa que está entre 150 e 750 lux.

Para as tipologias do **Grupo 2**, o mesmo acontece, porém a iluminância no ponto do sofá, na sala de estar, alcança valores desejáveis em mais horas do dia.

Dessa forma, pode-se considerar que as varandas não impedem a obtenção de valores de iluminância dentro da faixa aceita pela norma na sala de jantar. No entanto, na maior parte

do ano, este componente não é suficiente para impedir uma excessiva iluminância no ponto do sofá, na sala de estar, se fazendo necessário, portanto, o uso de outros componentes.

Sabendo-se do desempenho do sombreamento e da iluminação natural das varandas para cidades de clima tropical quente e úmido, é possível extrair deste componente o melhor resultado que ele tem a oferecer. Sabe-se que a varanda é um dos artifícios que contribuem para a adaptação da arquitetura ao clima, no entanto vários componentes arquitetônicos devem ser combinados sempre que possível, para obter melhores resultados na busca de uma arquitetura mais eficiente nas questões ambientais.

#### **4.1. Aspectos complementares**

- **Peitoris**

Considerando os tipos de peitoris para varandas de apartamentos, o peitoril envidraçado destaca-se por oferecer a sensação de continuidade espacial, mesmo que a vista não seja privilegiada pelo mar, lagoa ou monumentos.

No entanto, é importante definir o seu desenho, aproveitando a ventilação natural. Assim, pode-se projetar peitoris de vidro de diversas formas, como mostra a figura 25.



**Figura 25 - Tipos de peitoril de vidro que aproveitam a ventilação natural.**

Fonte: A autora (2009)

Outros tipos de peitoris podem ser pensados caso não se queira utilizar o vidro. Eles podem ser vazados e até funcionarem como peitoris ventilados, tirando proveito do partido plástico e funcional. Uma jardineira pode ser agregada a um peitoril ventilado e até bancos podem ser formados para acomodarem os usuários (Figura 26).





**Figura 26 – Exemplos de varandas com peitoris vazados em Pernambuco.**

Fonte: A autora (2009).

- **Esquadrias**

As esquadrias também poderiam ser repensadas quando não houver a necessidade de peitoris envidraçados.

As esquadrias de alumínio com vidro em toda sua dimensão poderiam ser substituídas por outra com venezianas na parte inferior. Essa solução favoreceria a entrada de ventilação no ambiente mesmo quando as portas estivessem fechadas, evitando também a entrada dos raios solares quando a esquadria estivesse exposta à incidência destes.

Esse tipo de esquadria seria útil também em épocas de chuva, quando a ventilação não seria interrompida mesmo com a esquadria fechada.

Outra solução para o desconforto causado pelo excesso de chuva e também de vento em algumas épocas do ano, principalmente em edifícios localizados à beira mar ou em

encostas, seria a esquadria com vidros temperados instalada em cima do peitoril. Esses vidros podem ser recolhidos permitindo abertura parcial ou total do espaço (figura 27).



**Figura 27 - Fechamento de varandas em vidro temperado.**

Fonte: Socitec (2007).

As vantagens desse tipo de esquadria são: possibilidade de abertura total, proporcionando ventilação natural como se não existisse esquadria; pode ser aberta parcialmente, controlando a passagem do vento; e, quando fechada, permite visão total do ambiente externo, iluminação e impede a entrada de água das chuvas. Porém, esse tipo de esquadria pode ser desfavorável ao conforto térmico pois quando fechadas, impedem que a radiação que entra no ambiente retorne para o exterior, mantendo o ambiente interno aquecido, o chamado efeito estufa.

Enfim, o uso de varanda nos edifícios residenciais de Maceió, pode ser trabalhado para auxiliar no alcance de melhores resultados de conforto e para enriquecer o aspecto formal dos edifícios, devendo ser pensado desde a fase inicial do projeto arquitetônico. Isso trará ganhos não só no conforto ambiental como também no repertório arquitetônico local.

#### **4.2. Dificuldades do Trabalho**

A maior dificuldade encontrada foi ter acesso aos projetos dos edifícios residenciais escolhidos para estudo. As construtoras ou se negavam a prestar essas informações ou faziam promessas de fornecê-las que nunca cumpriam. Esta dificuldade foi superada em visita a SMCCU, onde foi possível encontrar a maioria dos projetos e fazer o devido registro fotográfico, para posterior análise.

### **4.3. Sugestões para Trabalhos Futuros**

O trabalho realizado, apesar de obter os resultados esperado, abre uma série de opções para trabalhos futuros com relação ao tema das varandas:

- Avaliação do desempenho da ventilação natural em apartamentos de edifícios residenciais com varandas;
- Avaliação do conforto térmico em apartamentos de edifícios residenciais com varandas;
- Estudos de casos objetivando avaliar os aspectos ambientais da varanda de um determinado apartamento;
- Estudos de casos objetivando avaliar os aspectos projetuais da varanda de um determinado apartamento;
- Caracterização das varandas dos apartamentos de edifícios residenciais de Maceió; entre outros.

### Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **NBR 5413**. Iluminância de Interiores. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **ABNT 15220**. Norma de Desempenho Térmico de Edificações. Parte 3. Rio de Janeiro, 2005.

AMORIM, Cláudia Naves David; FLORES, Alice. **Edifícios Residenciais das Superquadras do Plano Piloto-Brasília**. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, ENCAC 2005, Maceió. ANAIS, Maceió, 2005.

ARAÚJO, I. Á. L., CABÚS, R. C. Influência da luz natural refletida pelo entorno na iluminação de edifícios em cânion urbanos no trópico úmido. In: IX Encontro Nacional e V Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, ENCAC, ELACAC 2007, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto, 2007.

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIRCONDITIONING ENGINEERING – **ASHRAE**. Physiological Principles and Thermal Comfort. Handbook-Fundamentals (ST). Atlanta, USA. chapter 1, 1993.

BAKER, Nick; STEEMERS, Koen. **Daylight Design of Buildings**. London: James & James, 2002.

BARBIRATO, Gianna. **Clima e arquitetura**. Apostila da disciplina de Clima e Ambiente Urbano do Mestrado em Dinâmicas do Espaço Habitado da Universidade Federal de Alagoas, Maceió/AL, 2009.

BARBOSA, Eliane; PORTO, Maria Maia. Arquitetura moderna – permeabilidade visual através de soluções de fachada. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído – Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído - ENCAC – ELACAC, 2005, Maceió. **Anais...** Maceió, 2005.

BITTENCOURT, Leonardo. **Ventilation as a cooling resource for warm-humid climates: An investigation on perforated block wall geometry to improve ventilation inside low-rise buildings**. Tese (Doutorado em Environment and Energy Studies Programme). Architectural Association Graduate School, Londres, 1993.

BITTENCOURT, Leonardo. **Uso das cartas solares: diretrizes para arquitetos**. 4. ed. rev. e ampl. – Maceió: EDUFAL, 2004.



BITTENCOURT, Leonardo; CÂNDIDO, Christhina. **Introdução à ventilação natural**. 2. ed. Ver. E ampl. Maceió: EDUFAL, 2006.

BRASIL. ELETROBRÁS. **PROCEL-EDIFICA**. Disponível em: <<http://www.eletronbras.gov.br/procel/>>. Acesso em: 10 set. 2009.

BROWN, G. Z., DEKAY, Mark. **Sol, Vento e Luz, Estratégias para o projeto de Arquitetura**. São Paulo, 2004.

BRUAND, Yves. **Arquitetura Contemporânea no Brasil**. São Paulo: Perspectiva, 2008.

BUSTOS ROMERO, Marta Adriana. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. São Paulo: Projeto, 1988.

BUSTOS ROMERO, Marta Adriana. **A arquitetura bioclimática do espaço público**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2001.

CABÚS, Ricardo C. **Tropical daylighting: predicting sky types and interior illuminance in north-east Brazil**. (PhD). Architecture, University of Sheffield, Sheffield, 2002.

CABÚS, Ricardo C. **Tropilux**. Aulas da disciplina Iluminação Natural no Espaço Habitado do Mestrado em Dinâmicas do Espaço Habitado da Universidade Federal de Alagoas, Maceió/AL, 2005.

CÂNDIDO, Christhina Maria. **Ventilação natural e código de obras: uma análise das tipologias de aberturas nos edifícios de escritórios em Maceió-AL**. Maceió, 2006. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo: Dinâmicas do Espaço Habitado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas.

CASCO, Ana Carmen Amorim Jará. **A alegoria do eclético**. In: GUMARÃES, Cêça (Org), *Arquitetura e movimento moderno*. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programas de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, 2006, pp. 255-263.

CHAND, Ishwar; BHARGAVA, P. K.; KRISHAK, N. L. V. **Effect of Balconies on Ventilation Inducing Aeromotive Force on Low-rise Buildings**. In: *Building and Environment*, Vol. 33, No 6, pp. 385-396, Elsevier Science Ltda, 1998.



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

CUNHA, L.; TINOCO, M.; PEDRINI, A. Anteprojeto de uma habitação de interesse social segundo as recomendações de conforto térmico. In: IX Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, ENCAC – ELACAC, 2007, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto, 2007.

DUARTE, Matheus Jaques de Castro Ribeiro. **Indicações para o projeto arquitetônico de edifícios multifamiliares verticais. Uma análise pós-ocupação em Natal/RN**. 2006. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.

DUTRA, Luciano.; ANDRADE, S. F. de. Proteções Solares e outras estratégias de sombreamento em edifícios públicos e comerciais de Florianópolis. In: IX Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, ENCAC – ELACAC, 2007, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto, 2007.

FREITAS, Ruskin. **O que é Conforto**. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído – Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, 2005, Maceió. Anais do ENCAC – ELACAC 2005. Maceió: ENCAC – ELACAC, 2005. p. 726-735.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de Conforto Térmico**. São Paulo: Nobel, 1988.

GIVONI, Baruch. **Passive and low energy cooling of buildings**. New York: John Wiley & Sons, 1994.

GONÇALVES, Joana Carla Soares; DUARTE, Denise Helena Silva. **Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino**. In: Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 6, n. 4, p. 51-81 out./dez. 2006.

HERTZ, John. **Ecotécnicas em arquitetura: como projetar nos trópicos úmidos do Brasil**. São Paulo: Pioneira, 1998.

HOLANDA, Armando de Holanda. **Roteiro para construir no Nordeste**. MDU/UFPE: Recife, 1976.

KOENIGSBERGER, O.; INGERSOL, T.G.; MAYTHEW, A.; SZOKOLAY, S.V. **Manual of Tropical Housing and Building. Part I: Climatic Design**. Londres: Longman, 1974.

KOWALTOWSKI, Doris; SKUBS, Danielle; WATRIN, Vanessa. O papel da varanda no conforto de moradias autoconstruídas. In: ENCAC, COTEDI, 2003, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2003.

KRAUSE, Cláudia Barroso; LOMARDO, Louise Land B.; MAIOR, Frederico Souto. BRASIL. Cadernos MCidades Parcerias: **Eficiência energética em habitações de interesse social 9**. PROCEL. ELETROBRÁS. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2005.

LAMBERTS, Roberto; DRUTRA, Luciano; PEREIRA, Oscar R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 2 ed. rev. São Paulo: Prolivros, 2004.

LEÃO JÚNIOR, Ricardo Sérgio Neves. **Impacto econômico do uso de ar condicionado em edifícios residenciais na cidade de Maceió/AL**. Maceió, 2008. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo: Dinâmicas do Espaço Habitado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas.

LEMONS, Carlos A. C. **A casa brasileira**. São Paulo: Contexto, 1989.

LIMA, Thais Borges Sanches. Uso da simulação computacional na avaliação do desempenho do edifício em relação a iluminação. In: NUTAU, 2002, Salvador. **Anais...** Salvador, 2002.

LICHTENBERG, Rose Alexandra. **Alta Qualidade Ambiental aplicada a projeto de reabilitação residencial urbana em clima tropical úmido: a Ecohouse Urca**. Rio de Janeiro, 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências em Arquitetura: Programa de Pós Graduação em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

MACIEL, Alexandra Albuquerque. **Integração de conceitos bioclimáticos ao projeto arquitetônico**. Florianópolis, 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Civil: Pós-graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina.

MARICATO, Ermínia. **Na periferia do mundo globalizado: metrópoles brasileiras**. In: MARICATO (Org.). Brasil, cidades: alternativas para a crise urbana. Petrópolis: Vozes, 2001, pp. 15-45.

MARTINS, Thiago Luiz de Oliveira Gomes. **Dispositivos de proteção solar e eficiência energética em edifícios de escritório: uma avaliação para a cidade de Maceió/AL**.

Maceió, 2007. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo: Dinâmicas do Espaço Habitado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas.

MASCARÓ, Lúcia R. de. **Energia na Edificação: estratégia para minimizar seu consumo**. 2. Ed. São Paulo: Projeto, 1991.

OLGYAY, Victor. **Arquitectura y clima**. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. Barcelona: Gustavo Gili, 2004.

OLGYAY, Victor. **Design with climate: bioclimatic approach to architecture regionalism**. New Jersey: Princeton University, 1973.

OLGYAY e OLGAYAY. **Solar Control & Shading Devices**. New Jersey: Princeton University, 1957.

OLIVEIRA, T. A. & RIBAS, O. T. **Sistemas de Controle das Condições Ambientais de Conforto**. Brasília: Ministério da Saúde, Secretaria de Assistência à Saúde, 1995.

PRIANTO, E.; DEPECKER, P. **Characteristic of airflow as the effect os balcony, opening design and internal division on indoor velocity: a case study of traditional dwelling in urban living quarter in tropical humid region**. In: Energy and Buildings, 34 (2002), pp. 401-409, Elsevier Science B. V., 2002.

PRIANTO, E.; DEPECKER, P. **Optimization of architectural design elements in tropical humid region with thermal confort approach**. In: Energy and Buildings, 35 (2003), pp. 273-280, Elsevier Science B. V., 2003.

REIS FILHO, Nestor Goulart. **Quadro da Arquitetura no Brasil**. São Paulo: Perspectiva, 2004.

RIVERO, Roberto. **Arquitetura e clima: acondicionamento térmico natural**. 2. ed. rev. e ampl. Porto Alegre: D. C. Luzzatto Editores, 1986.

SEGAWA, Hugo. **Arquiteturas no Brasil 1900-1990**. 2. ed. 1. reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002.

SILVA, Adriana Gondran Carvalho da. **A moradia na Alemanha e no Brasil: os exemplos de Freiburg i.B. e Florianópolis/SC**. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq000/esp420.as>>. Acesso em: 20 out. 2007.

VIANNA, Nélon Solano; GONÇALVES, Joana Carla. **Iluminação e arquitetura**. São Paulo: Uniabc, 2001.

SZABO, Ladislau Pedro. Verificação do Fator de Luz do Dia em Edifícios de Escritórios da Cidade de São Paulo. In: NUTAU, 2002, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2002.

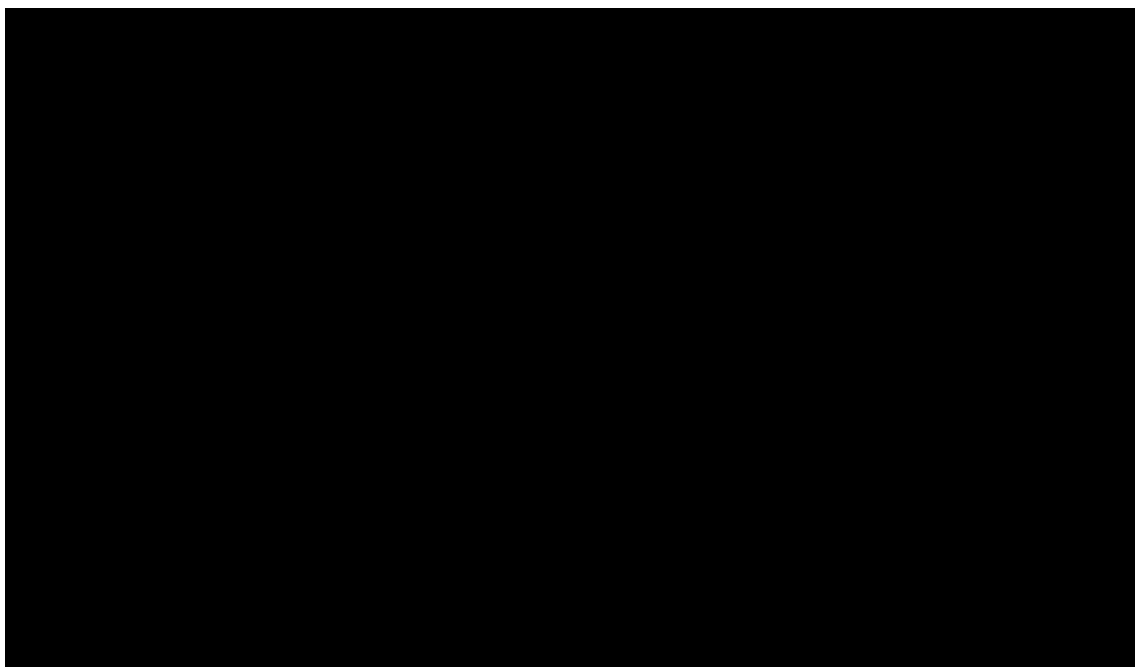
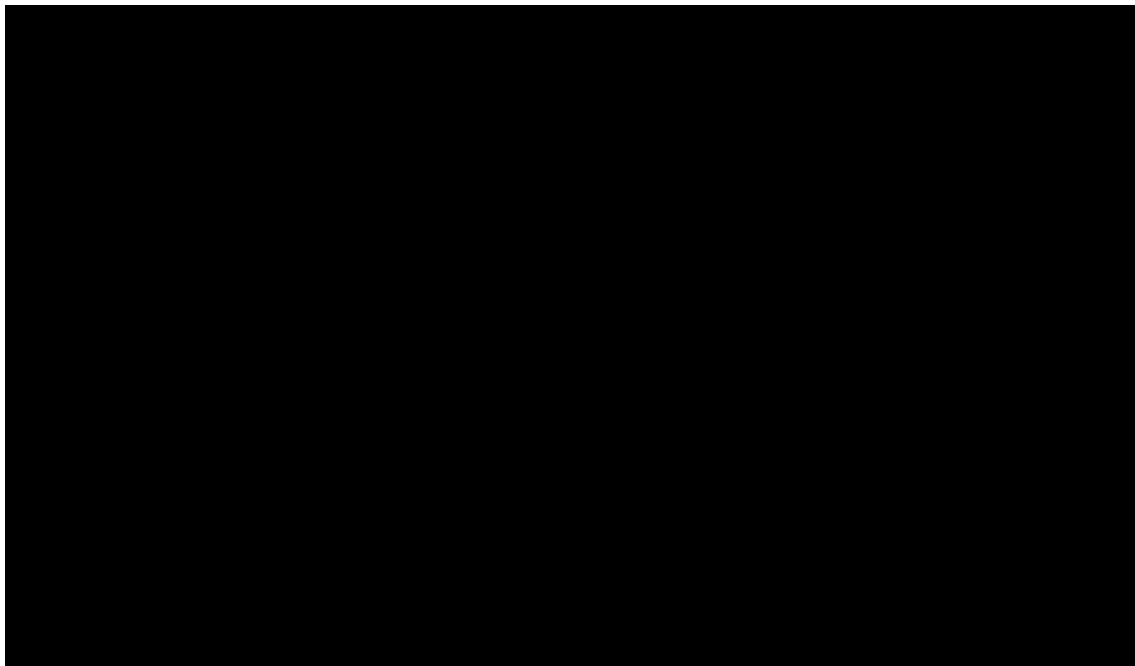
TORRES, Simone. **Arranjos Construtivos Urbanos: um estudo sobre a influência da configuração de conjuntos habitacionais verticais na qualidade térmica de edificações em Maceió-AL**, 2006. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo: Dinâmicas do Espaço Habitado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas.

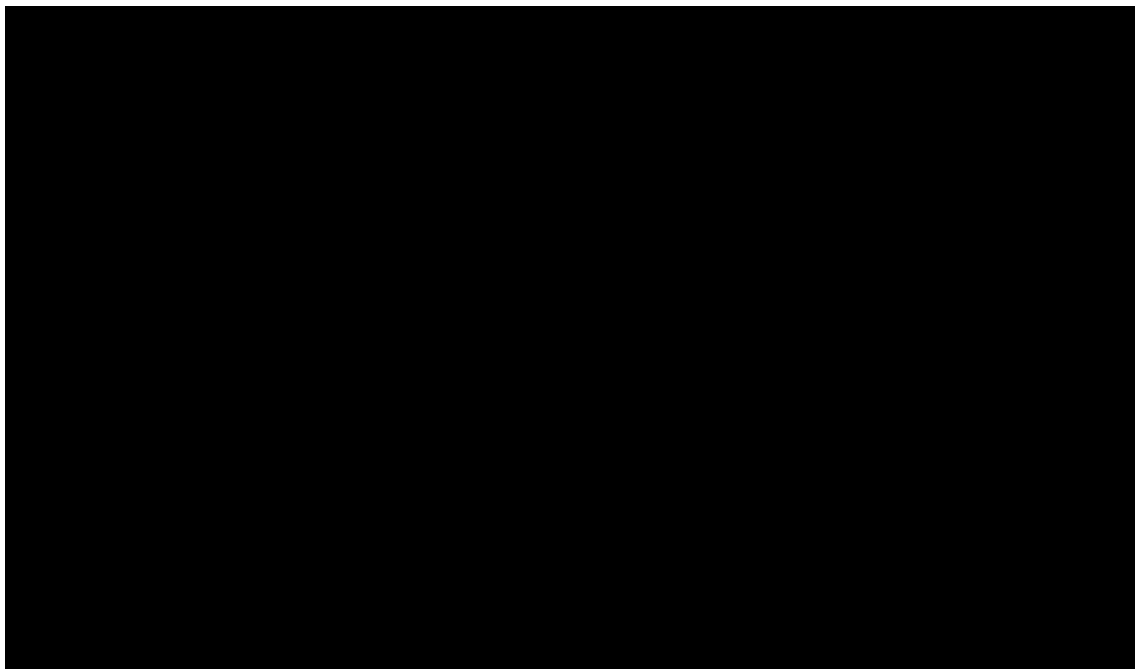
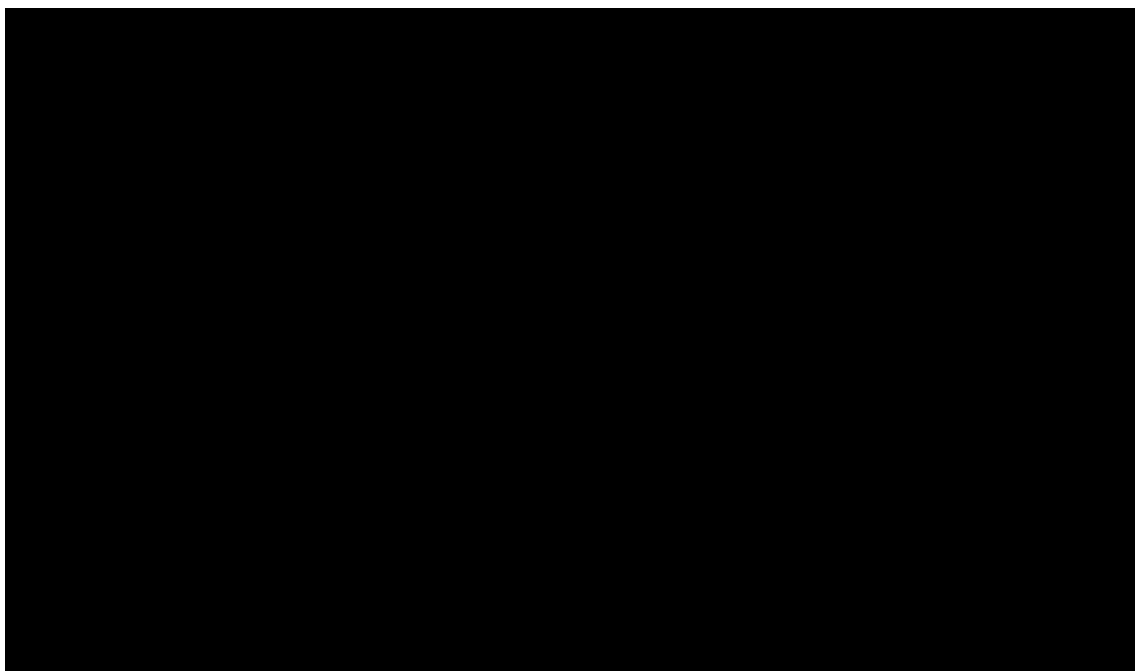
TREGENZA, Peter; LOE, David. **The design of lighting**. London and New York: Spon Press, 2004.

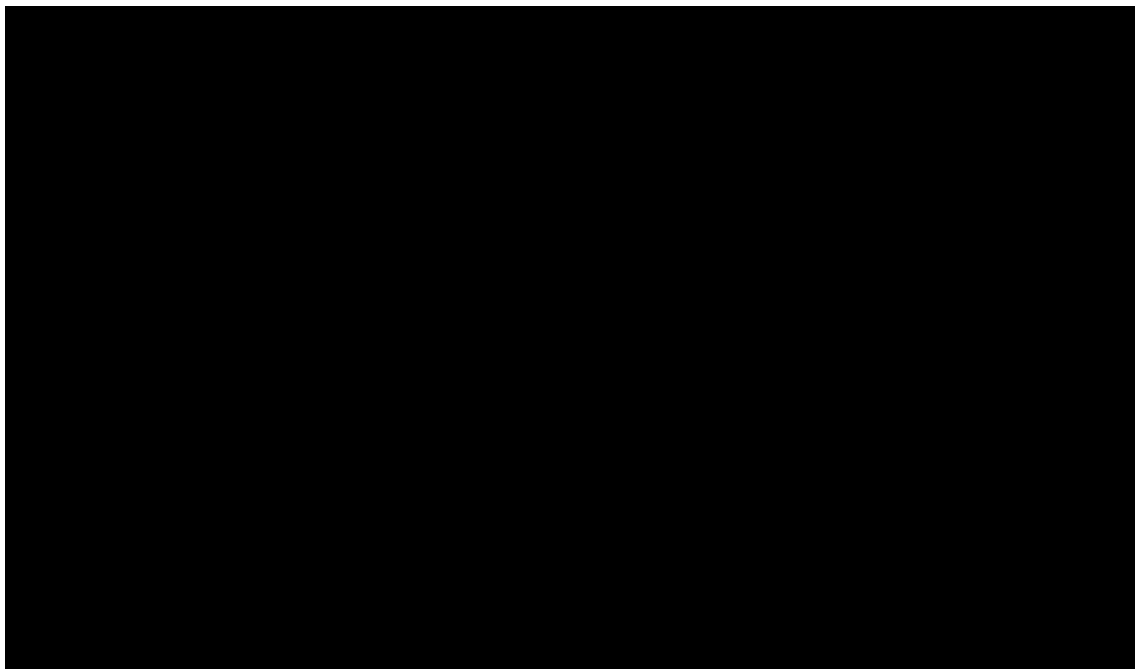
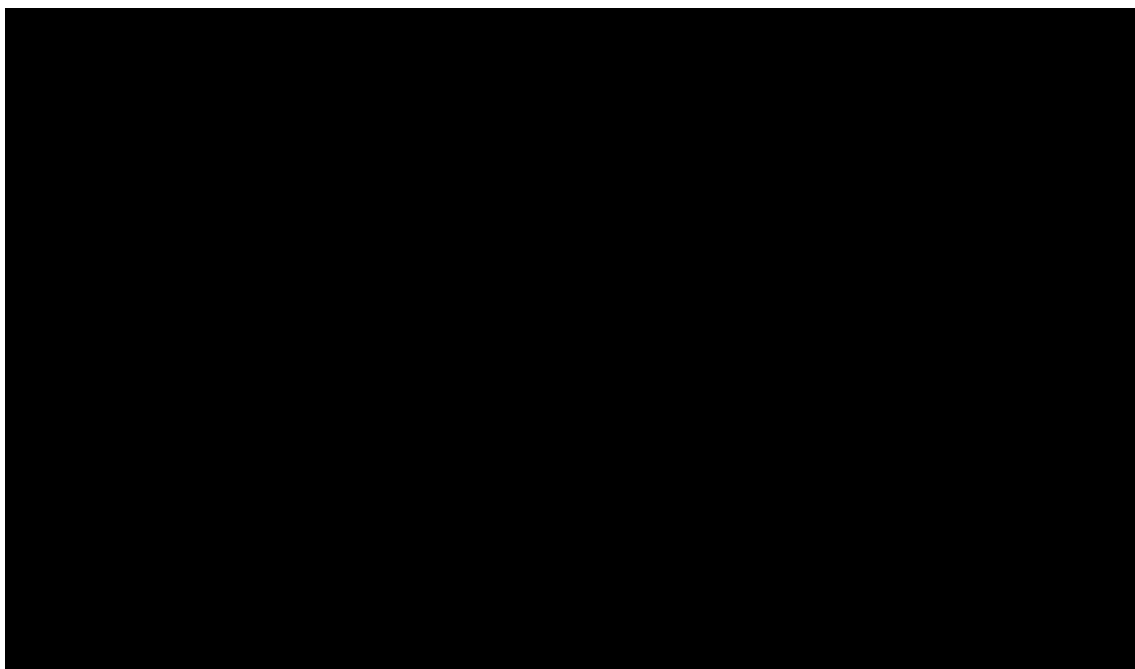
VERÍSSIMO, Francisco Salvador; BITTAR, William S. M. **500 anos da casa no Brasil**. Rio de Janeiro: Ediouro, 1999.

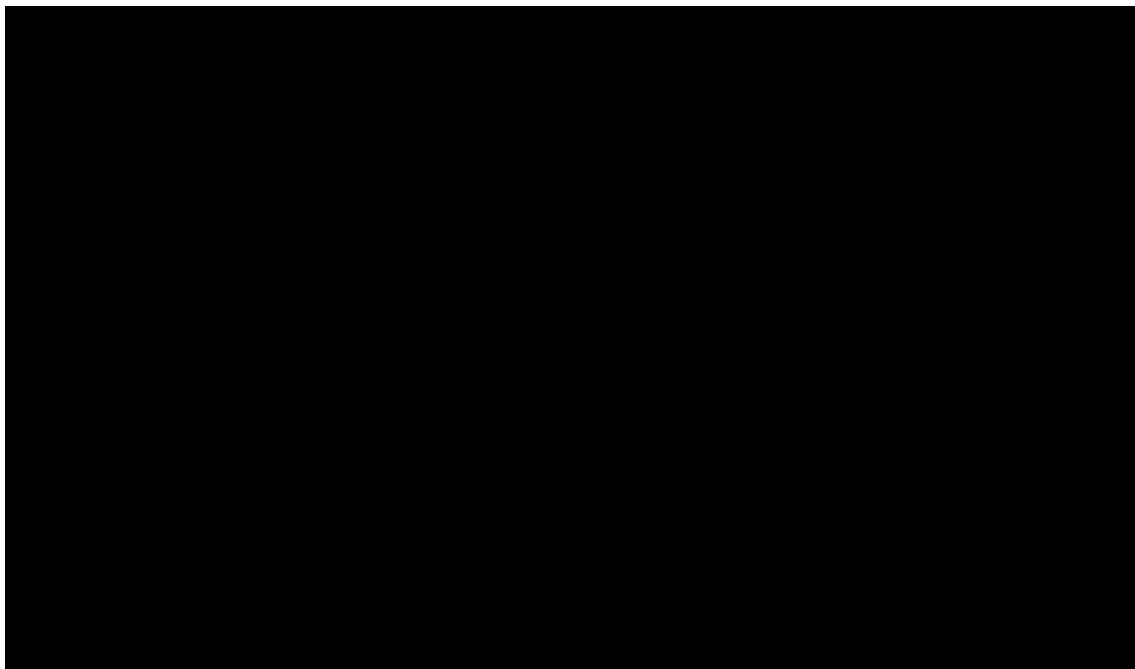
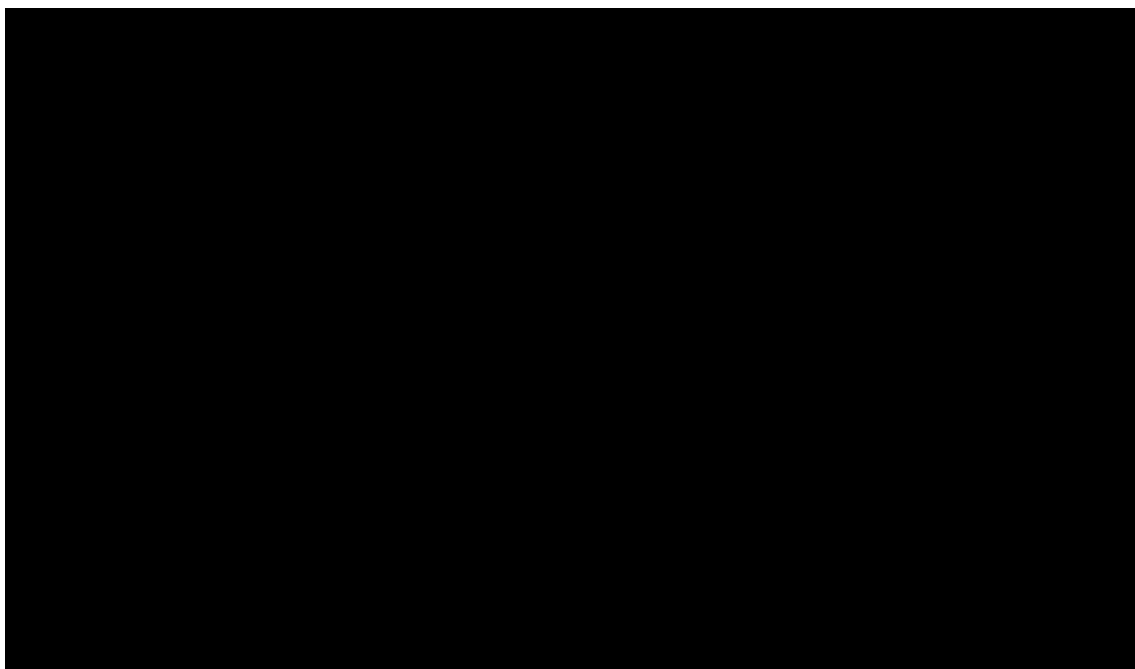
## Apêndice A

### FICHAS DOS EDIFÍCIOS ESTUDADOS

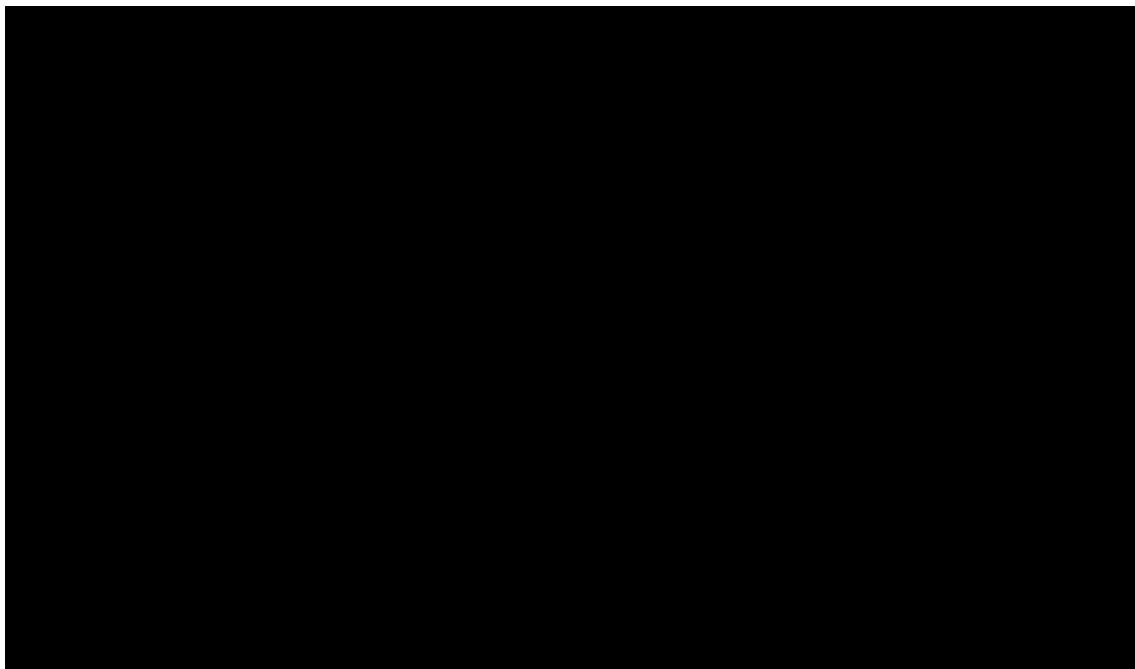
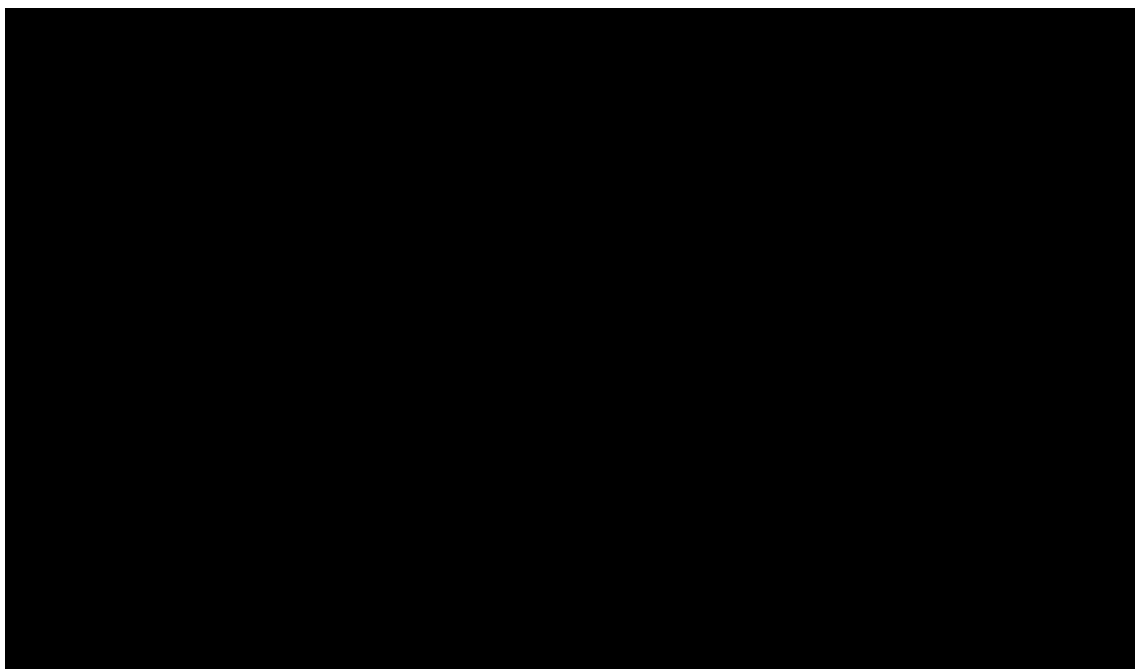


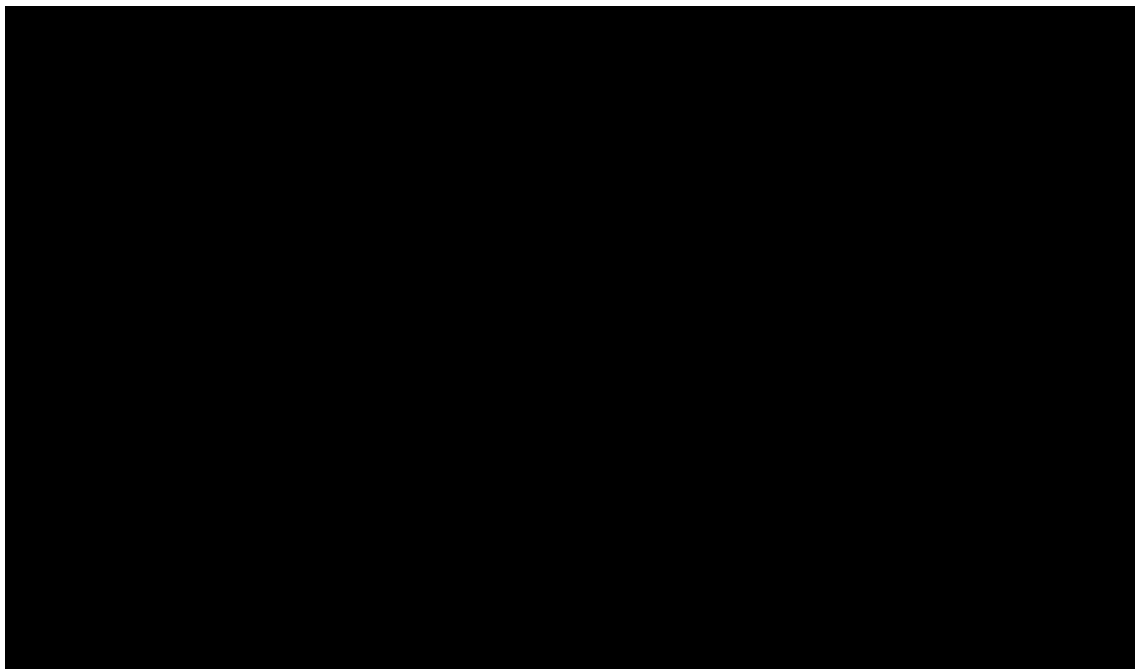
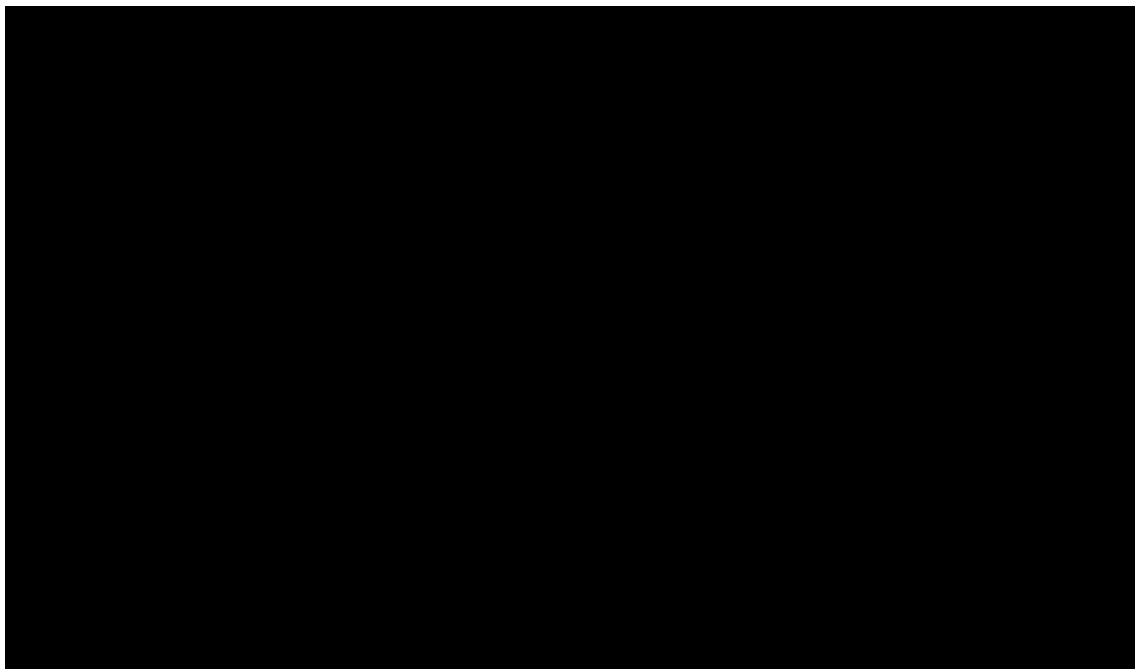


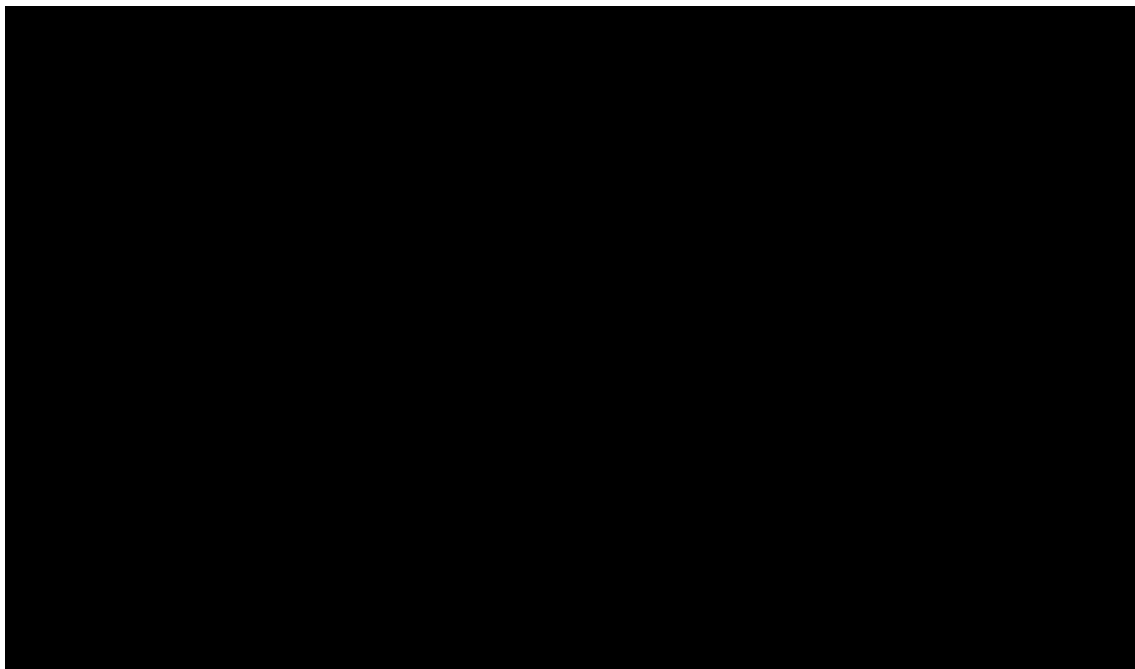
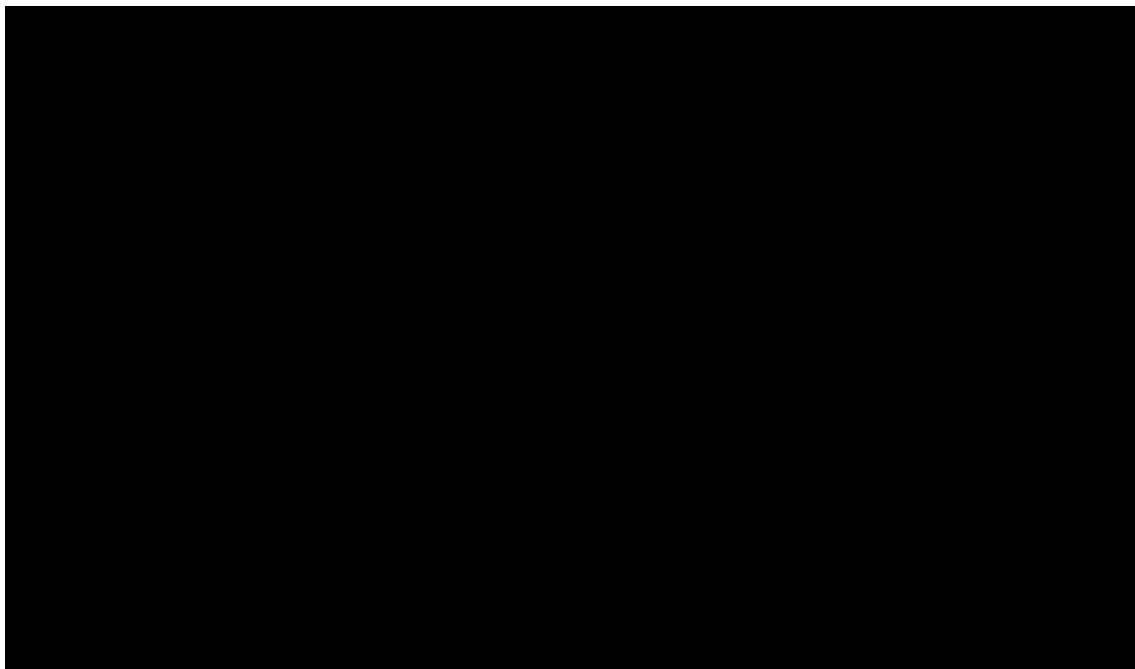


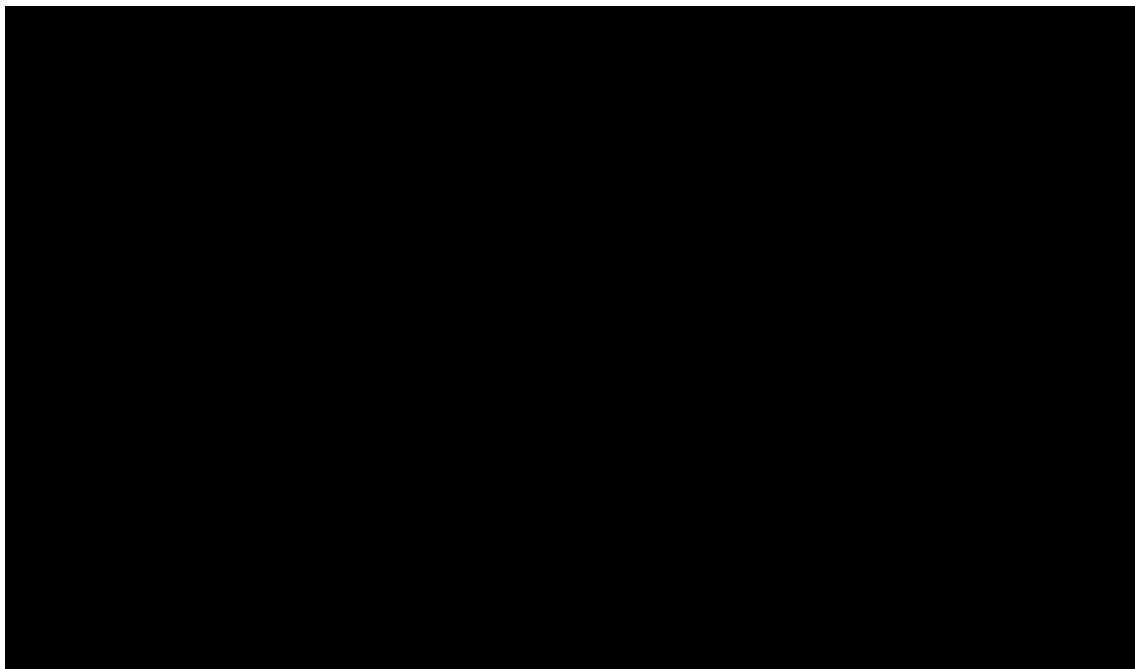
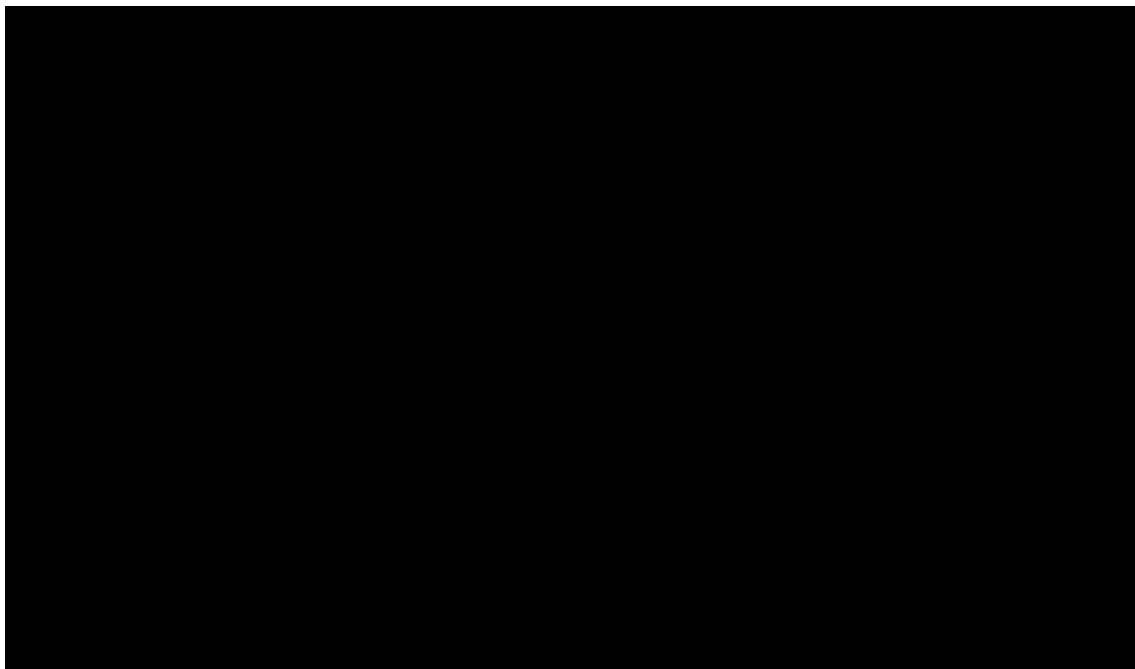


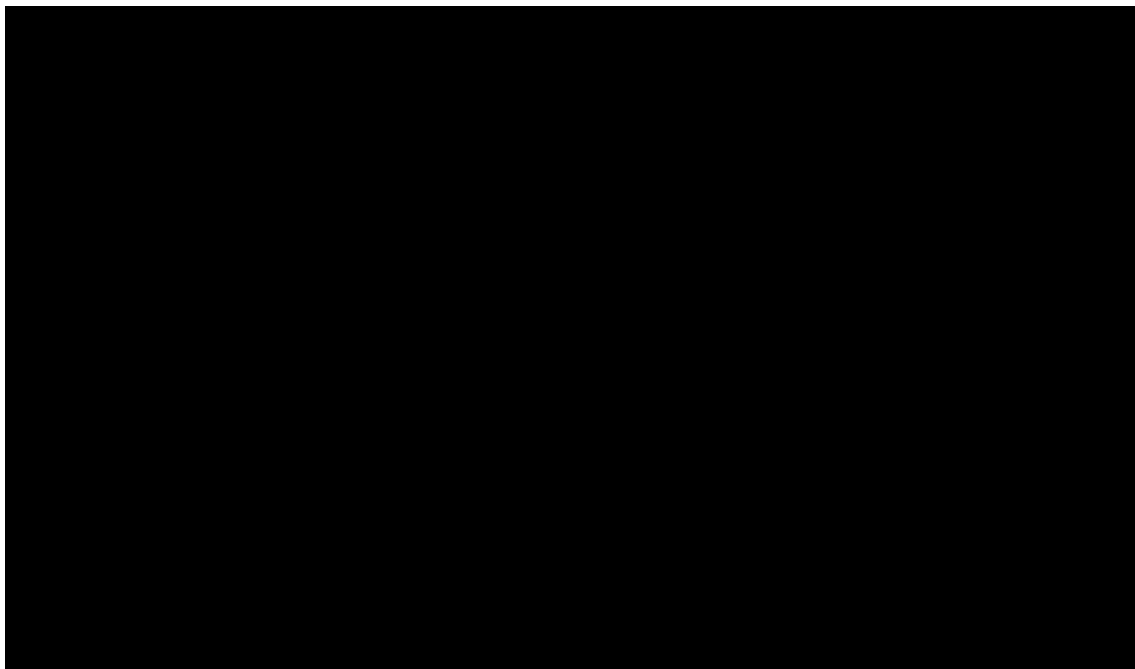
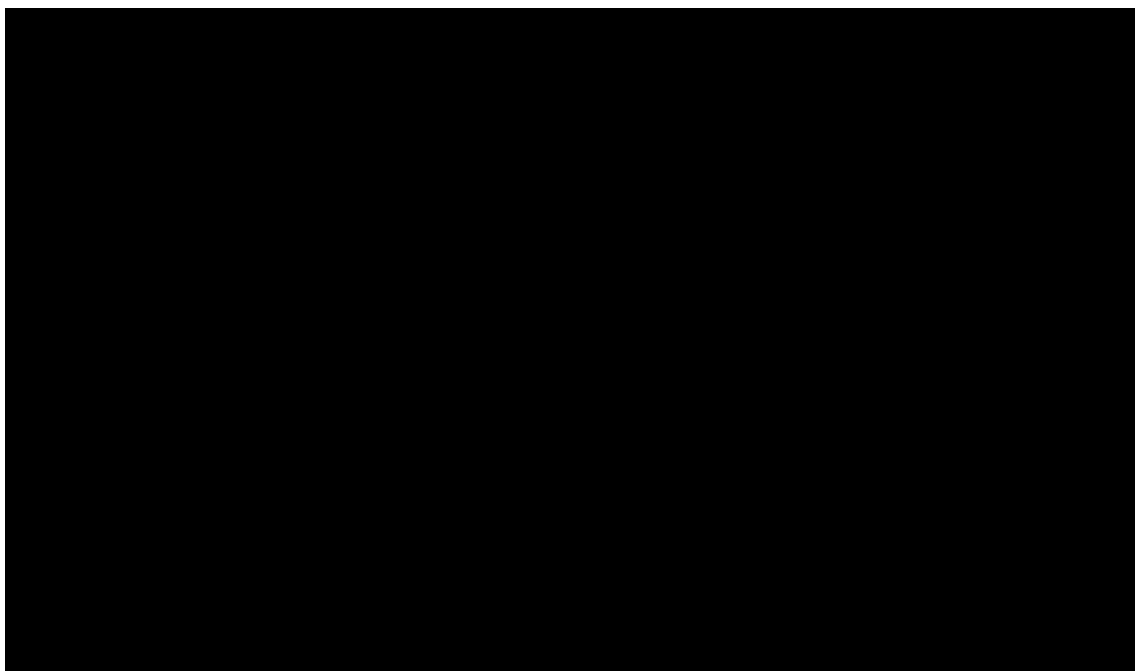


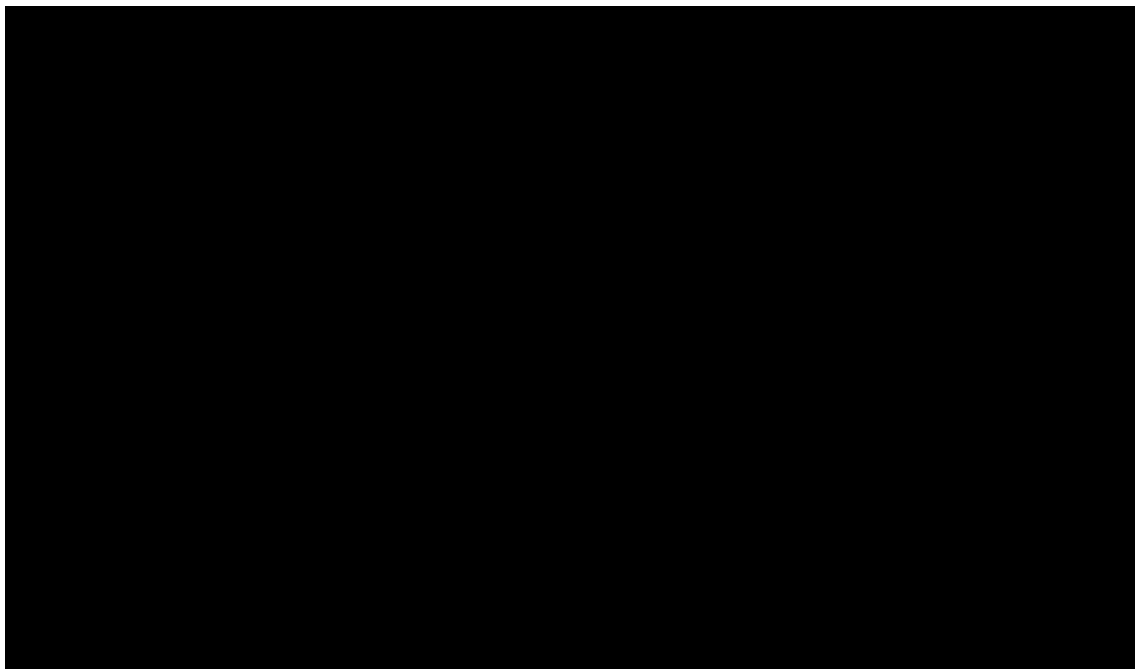
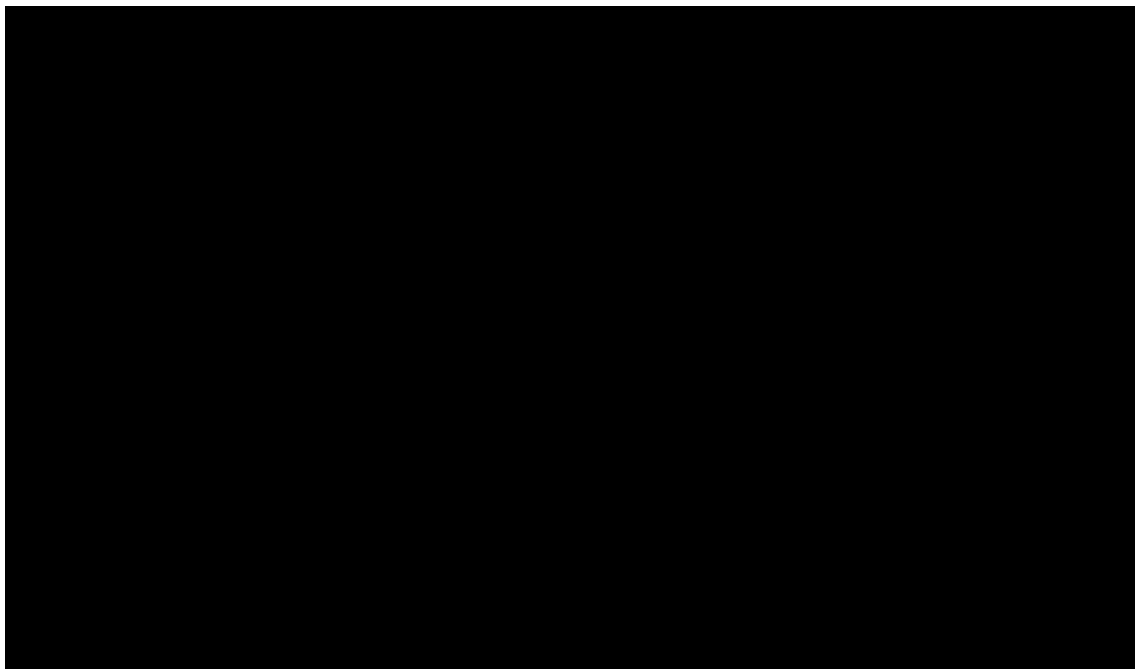


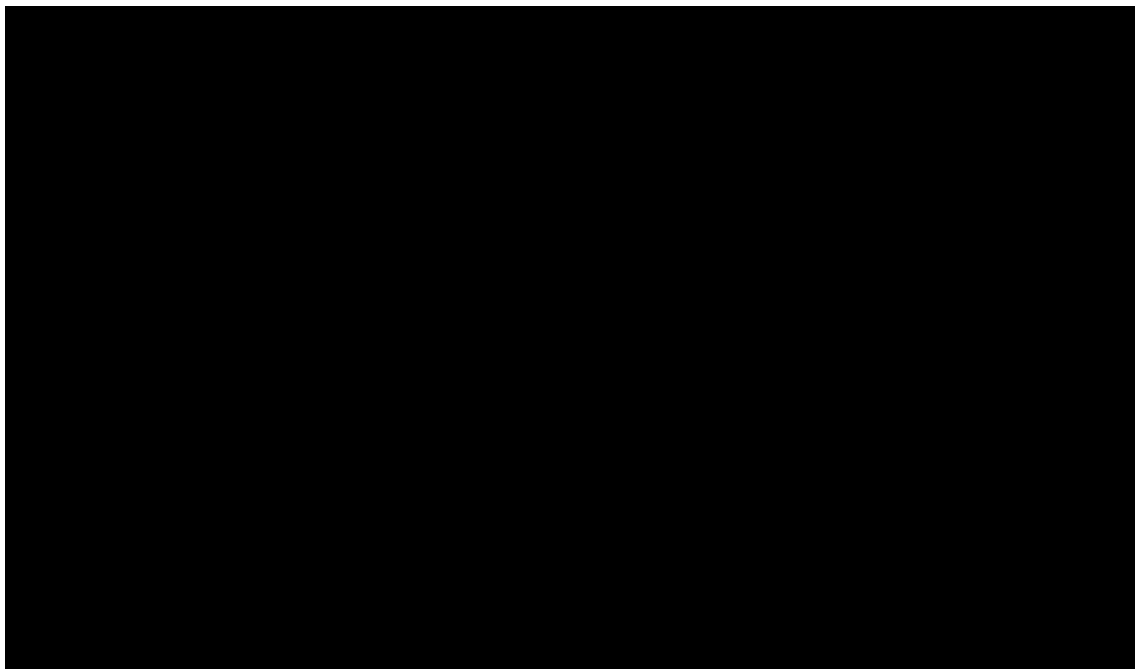
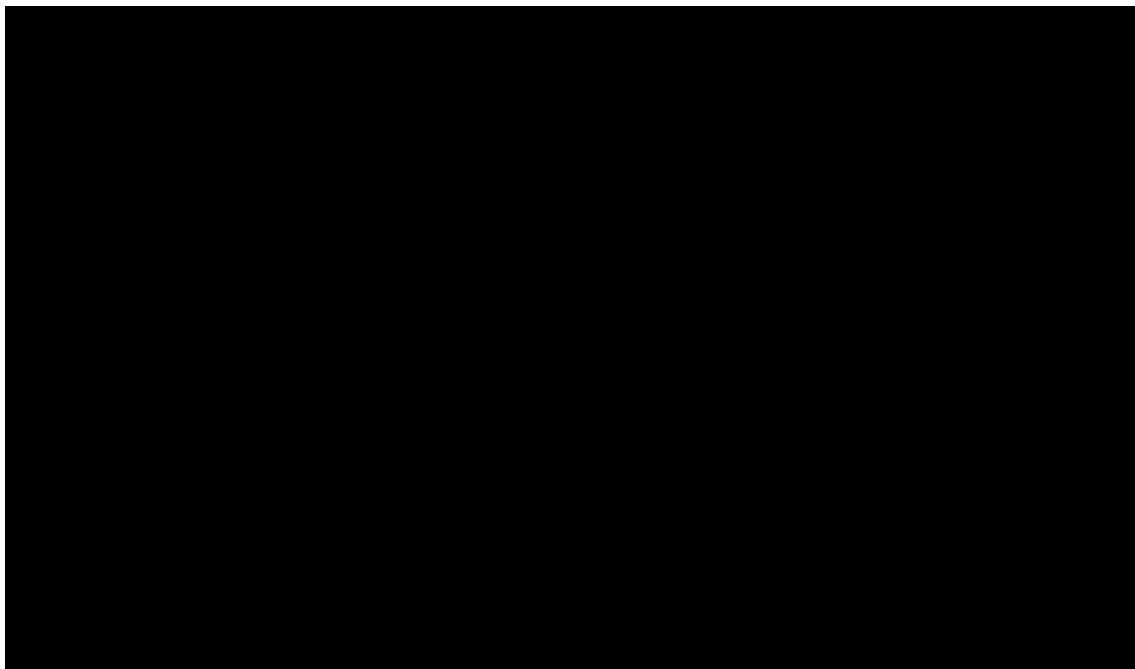


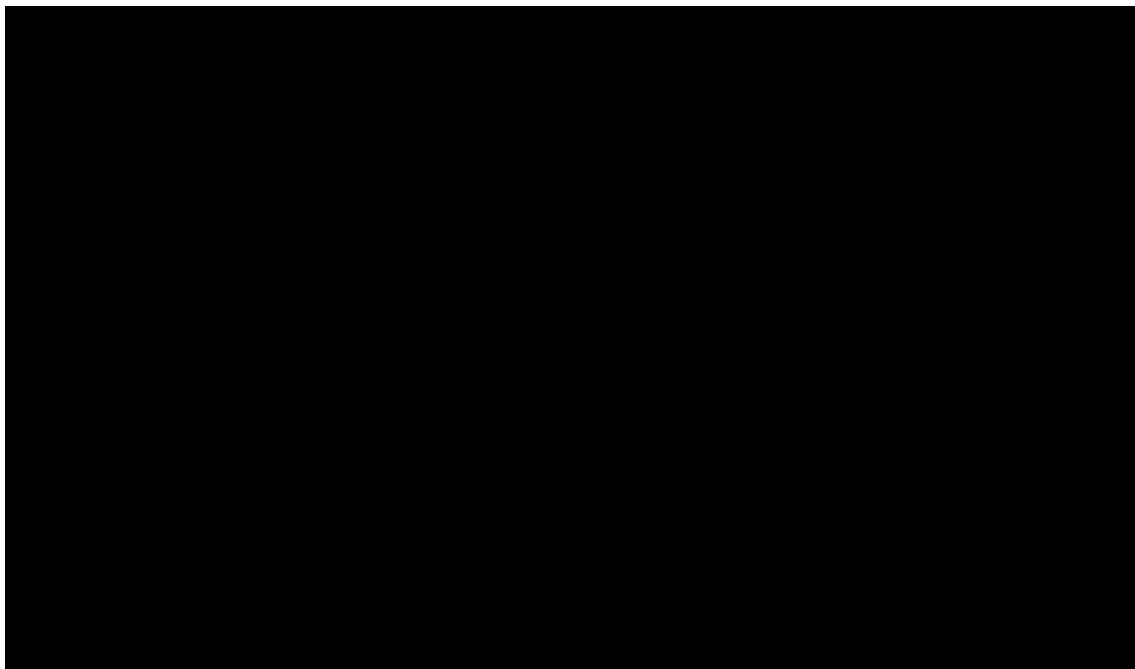
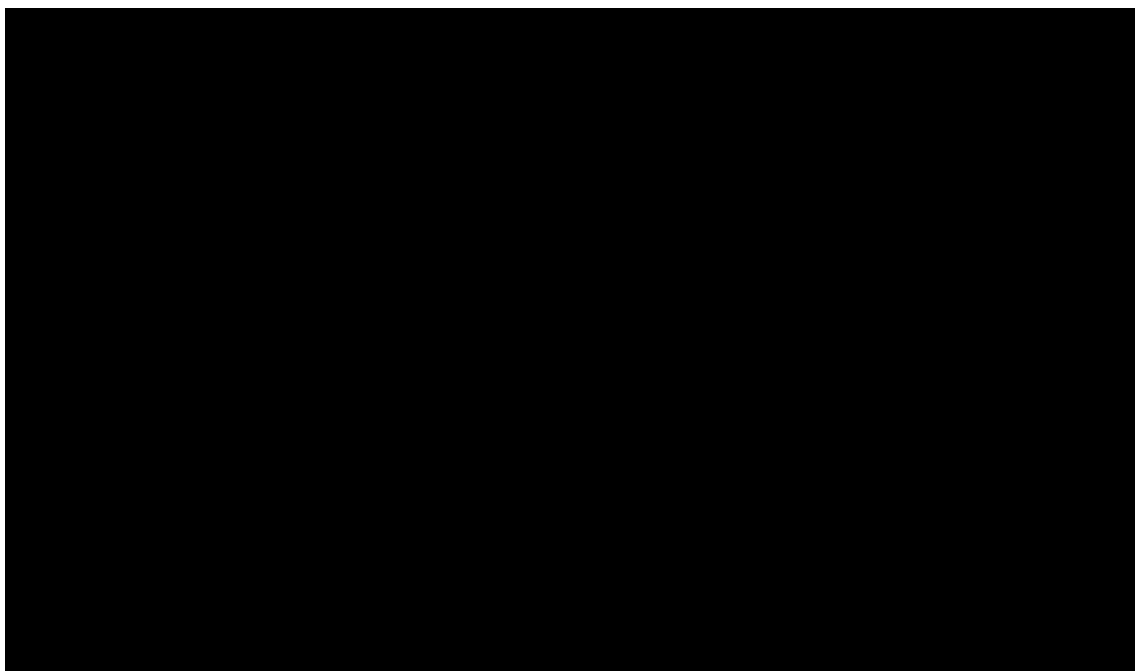




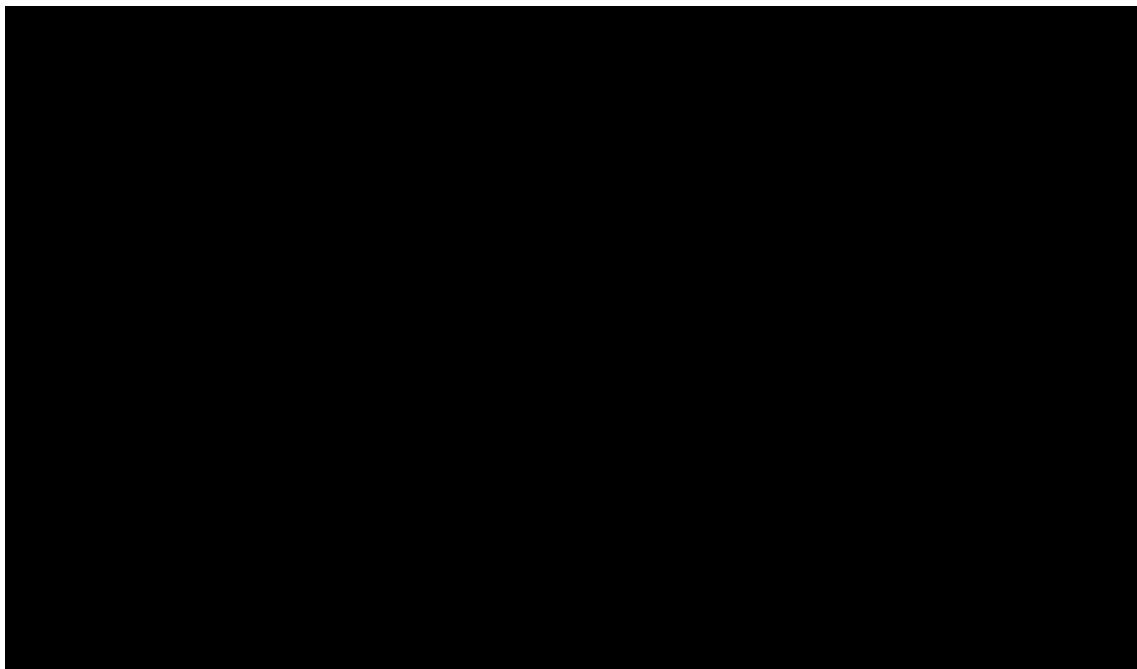
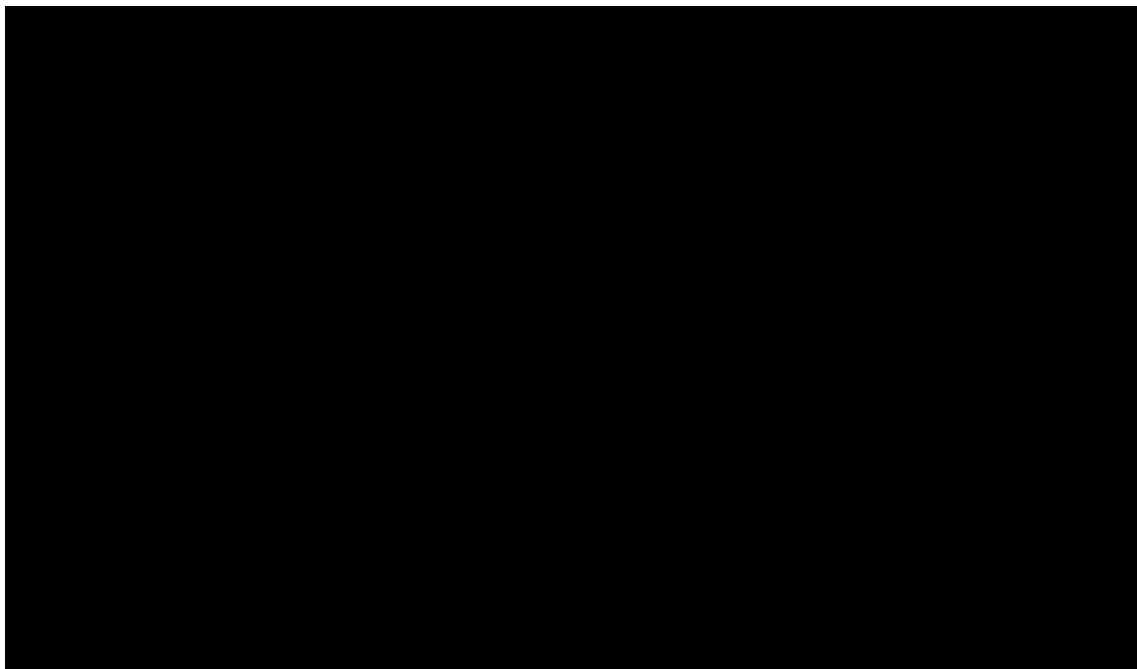


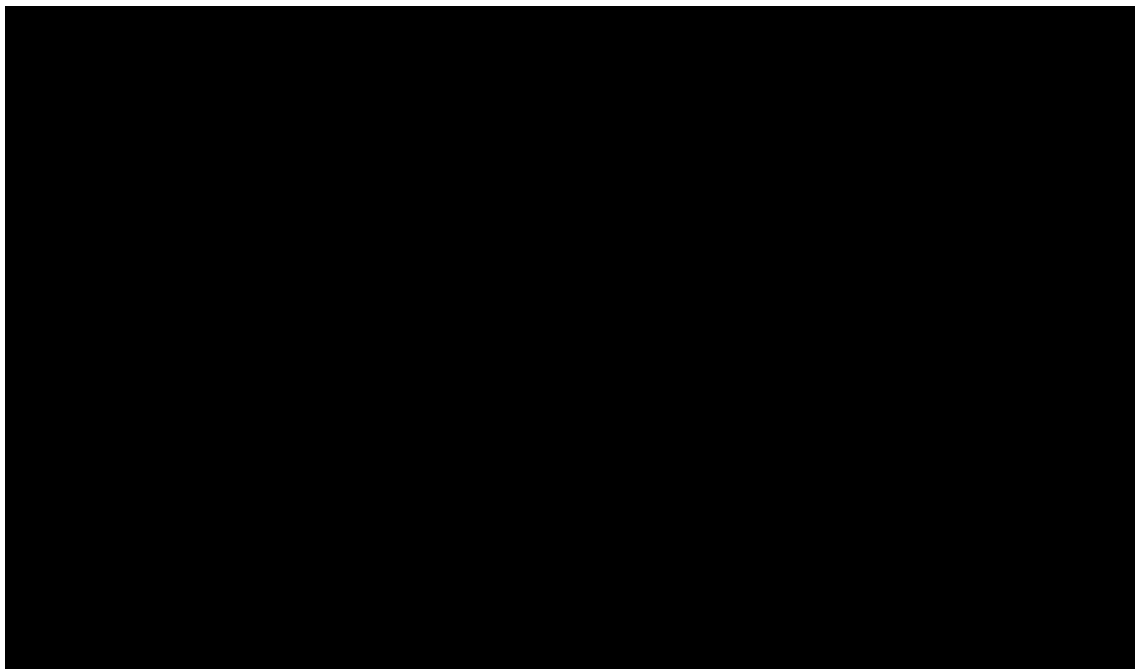
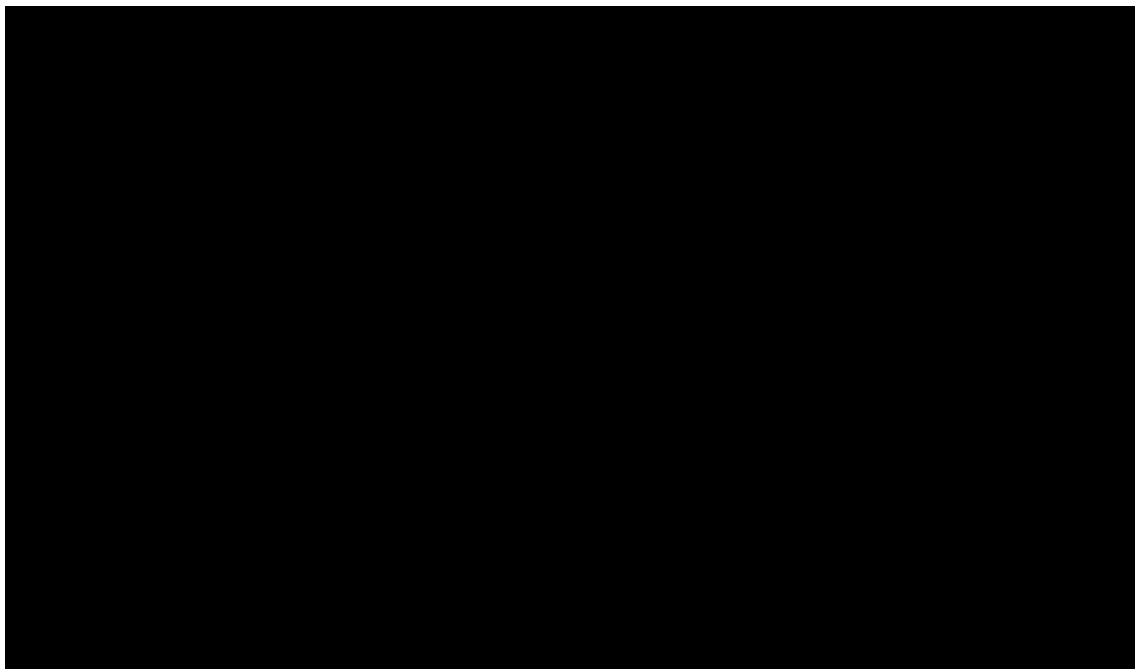


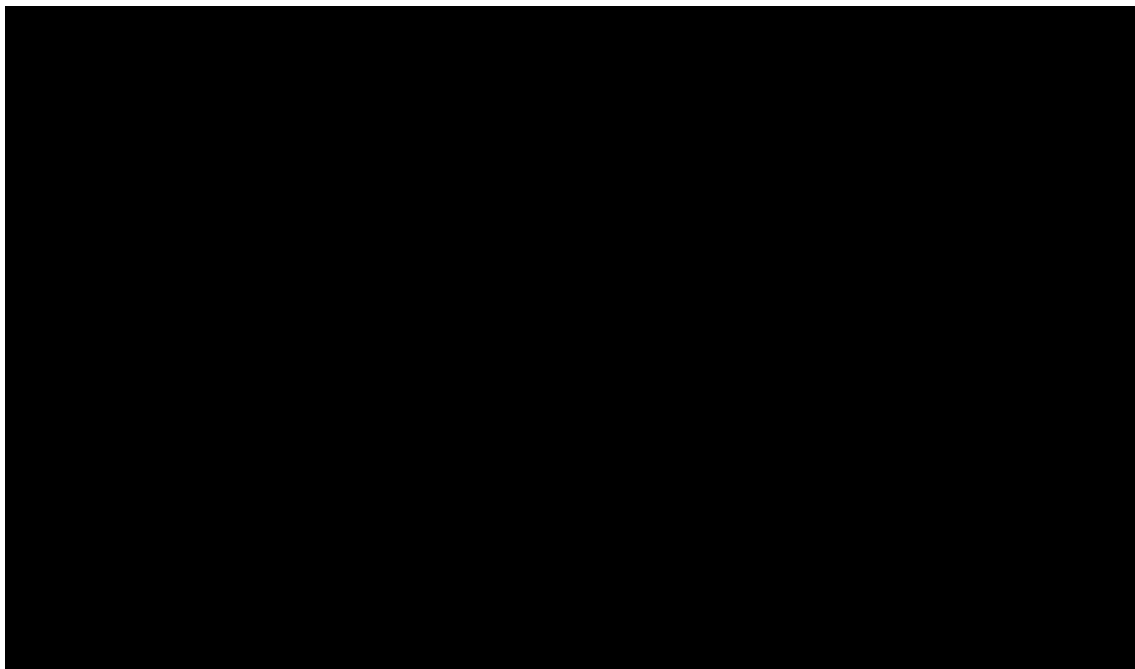
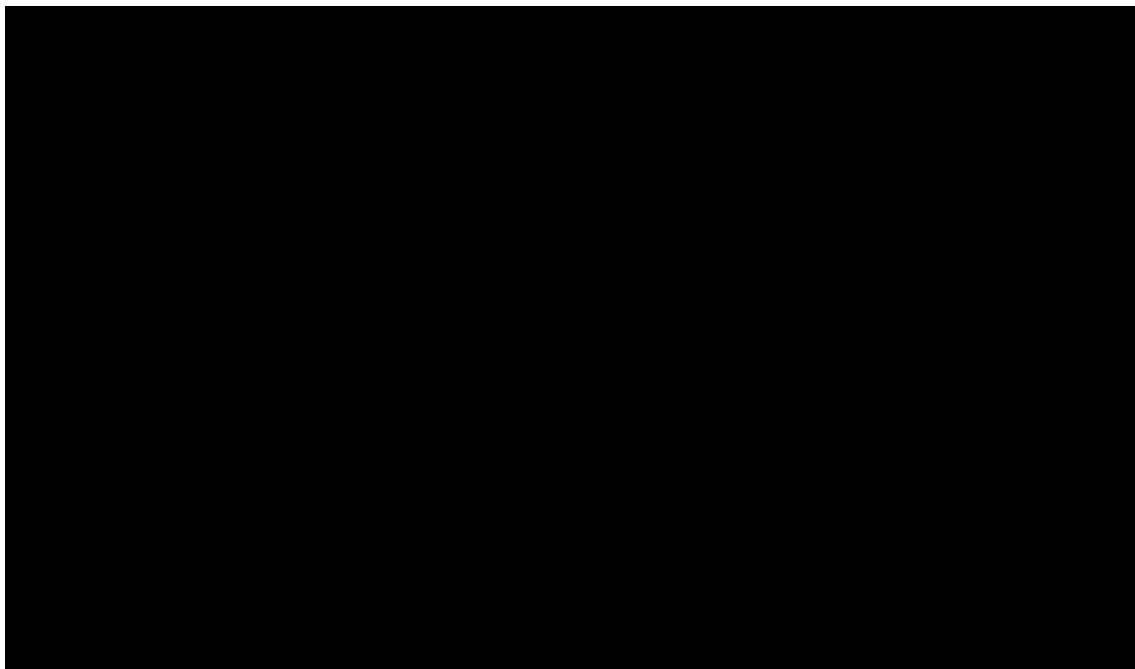


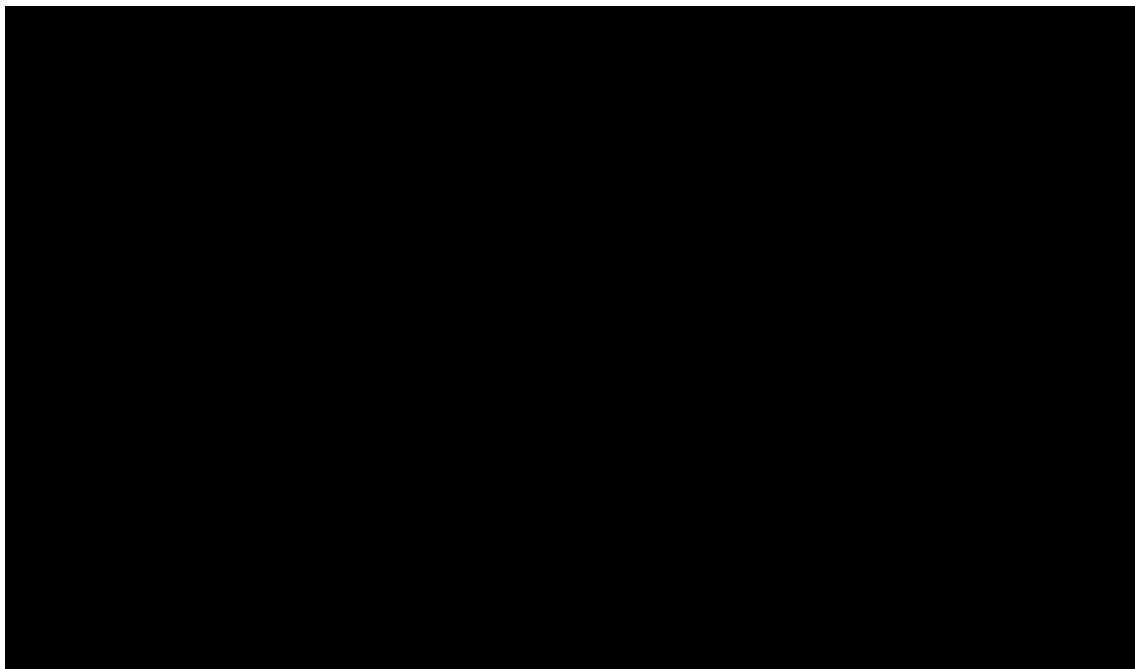
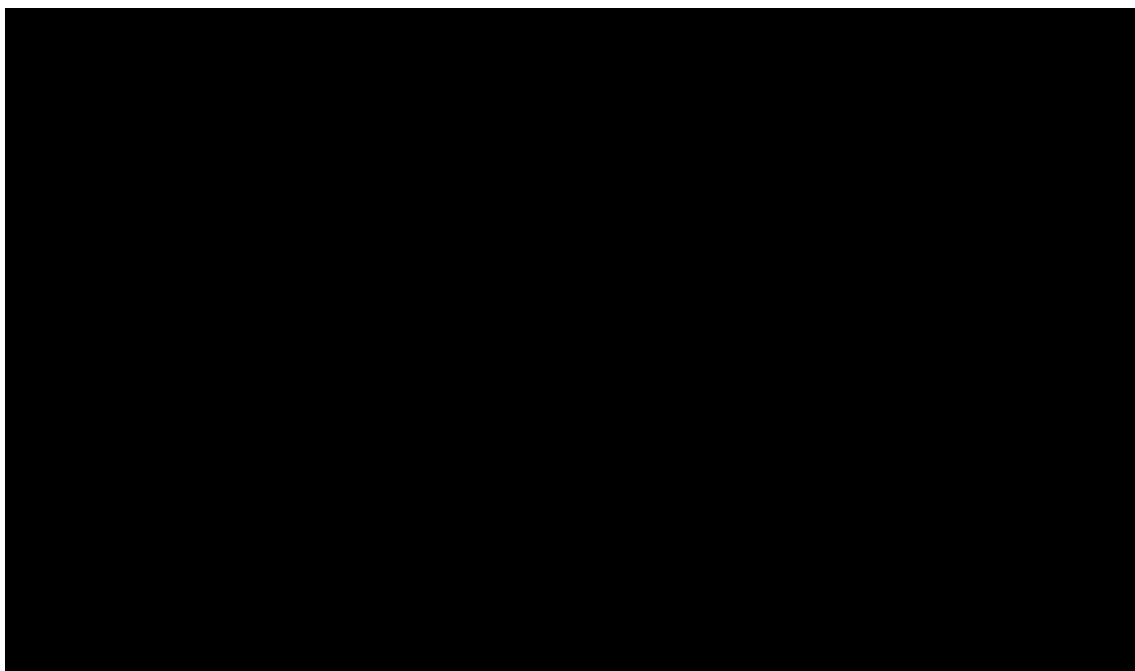


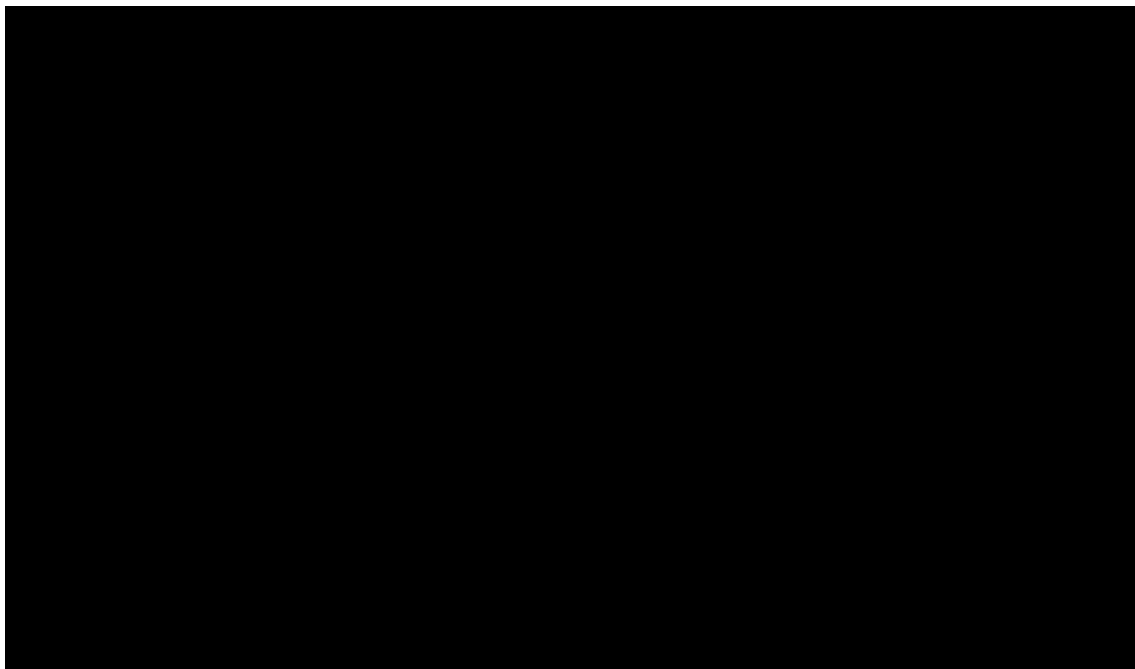
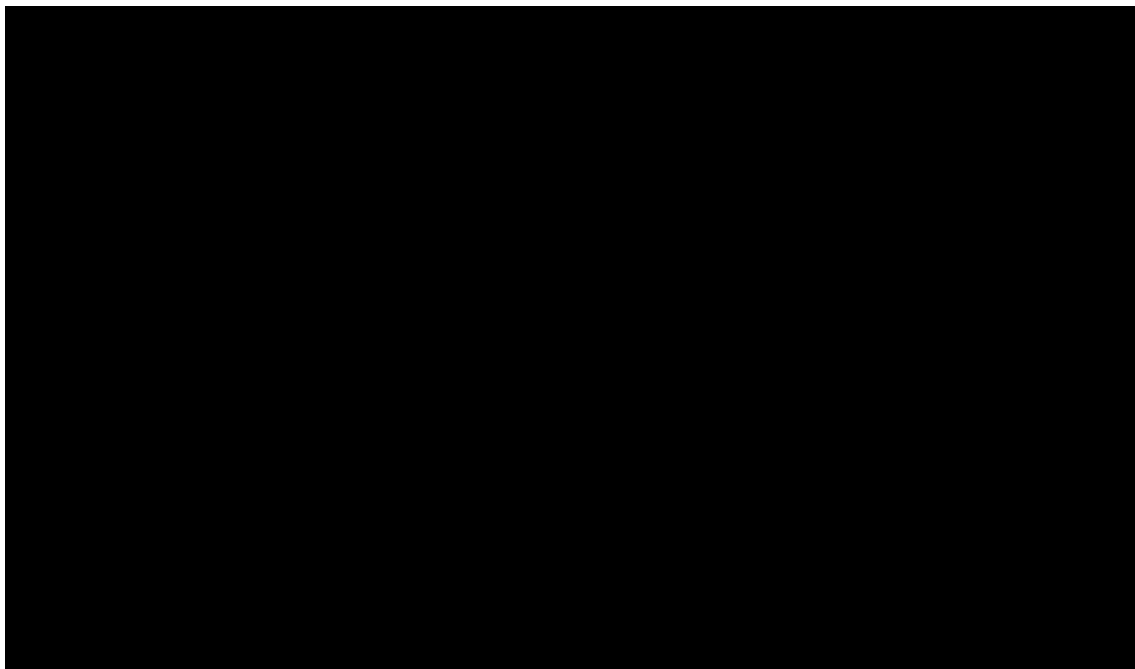


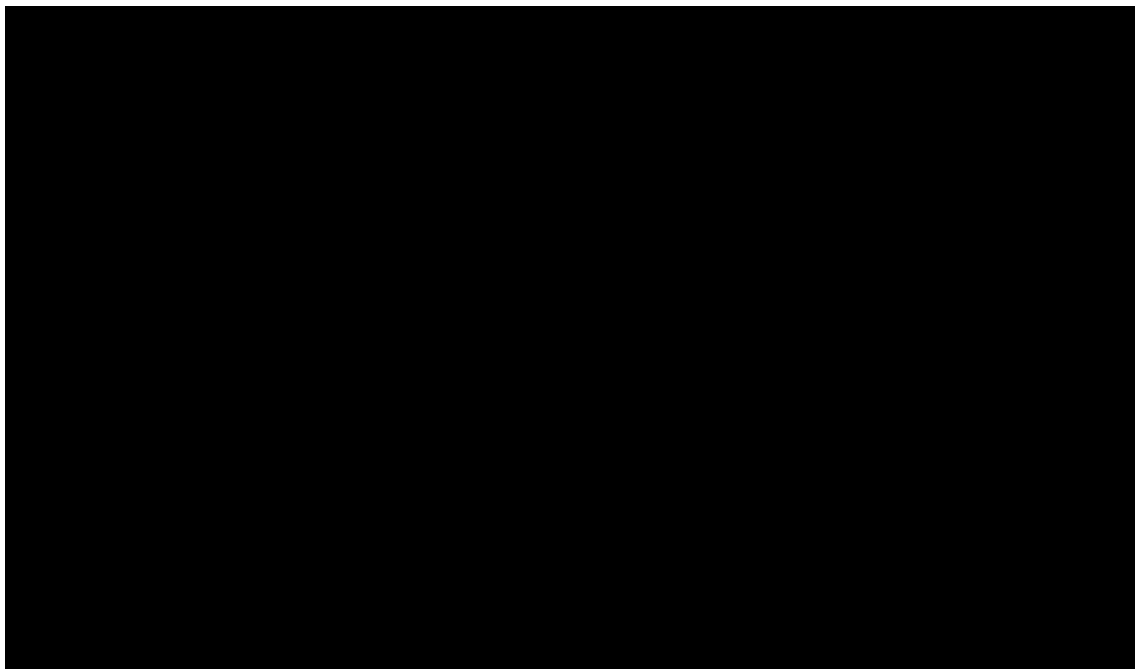
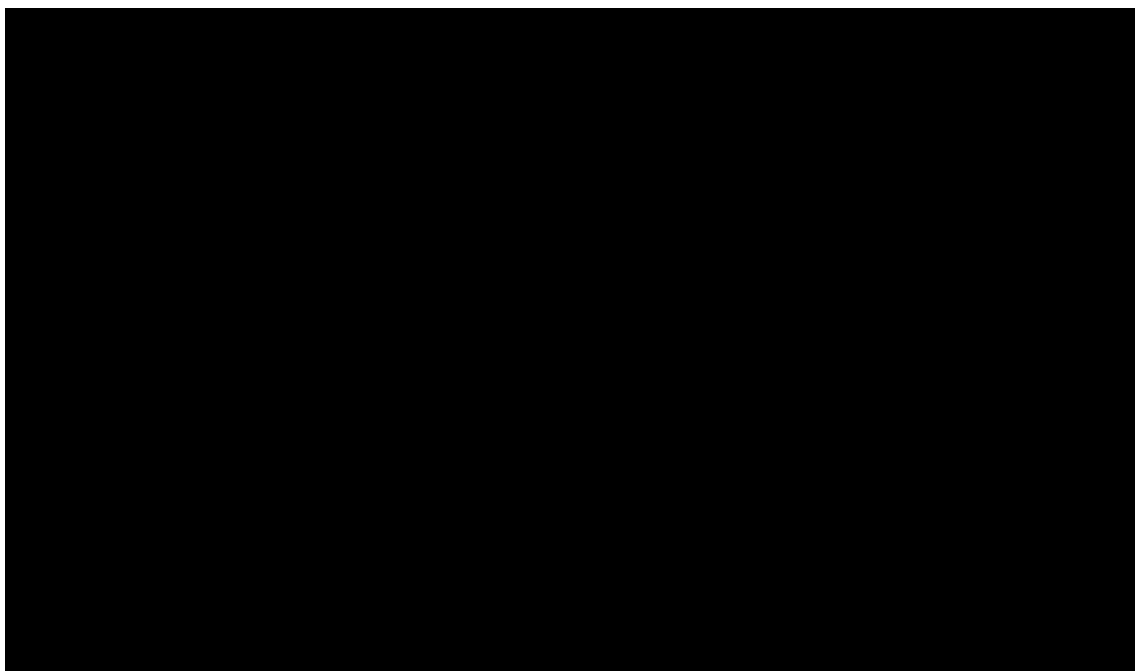


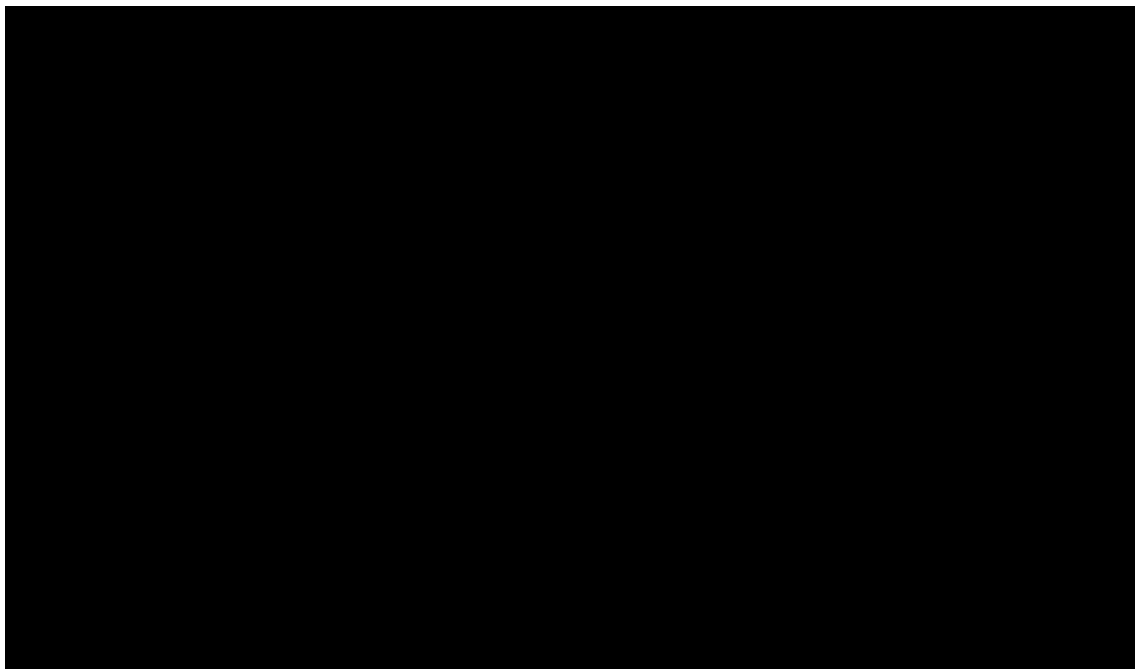
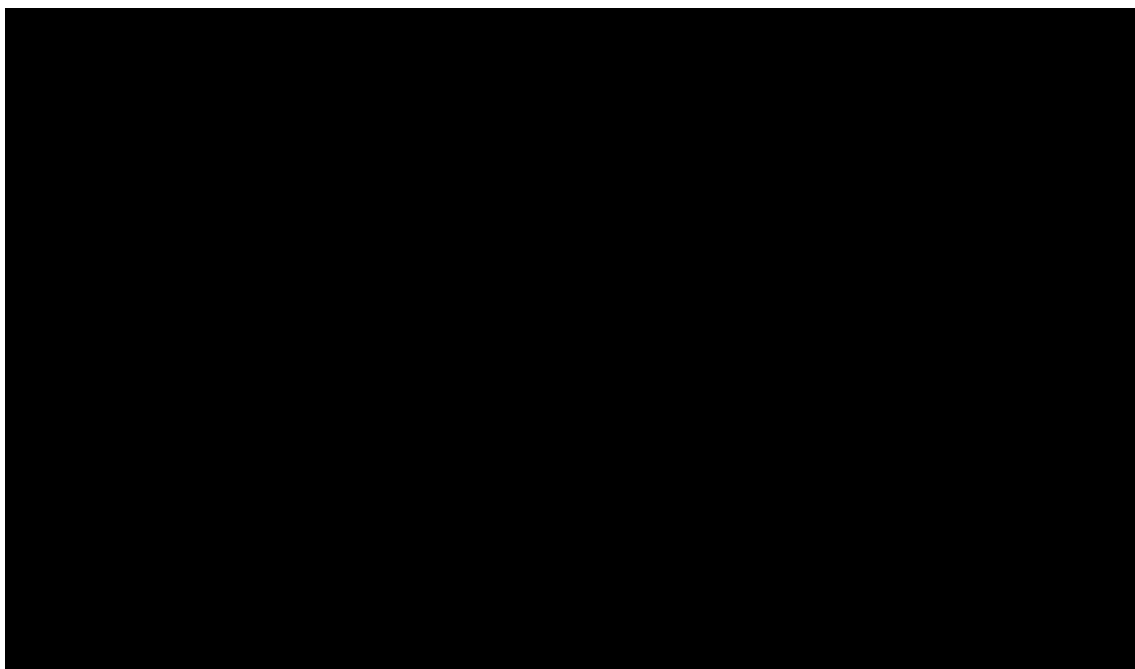


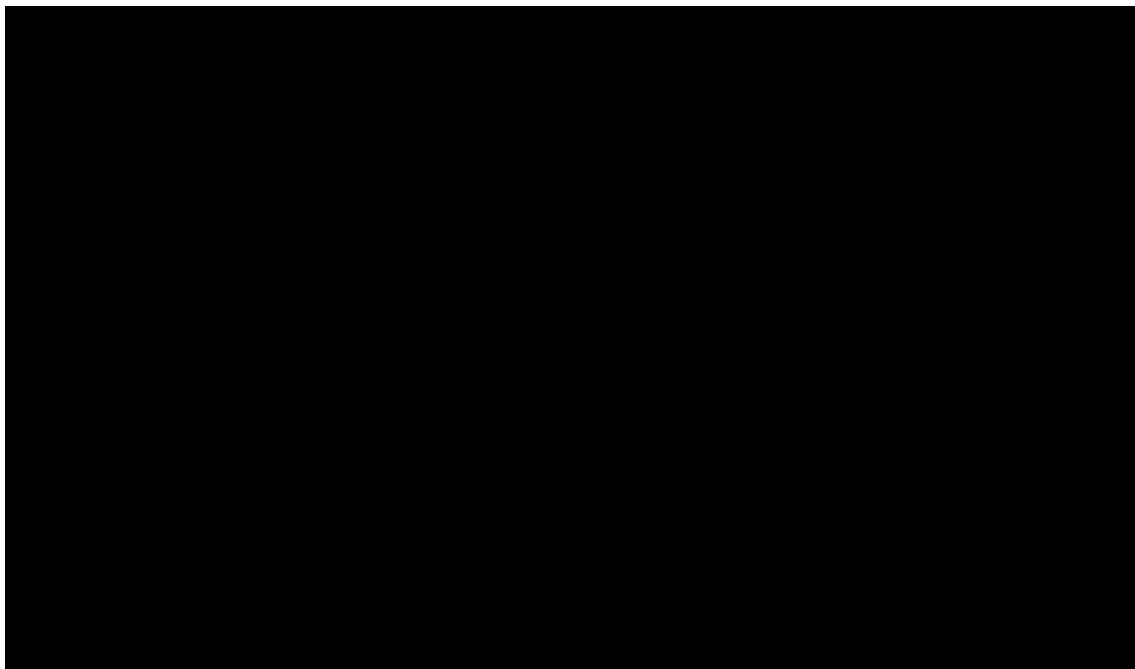
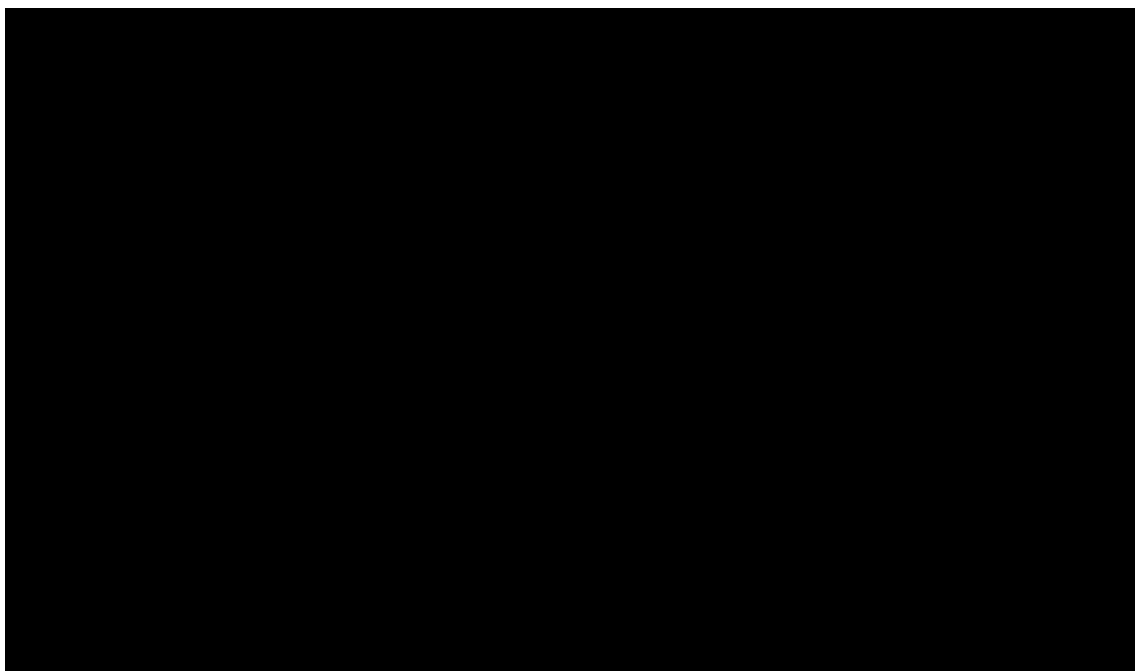




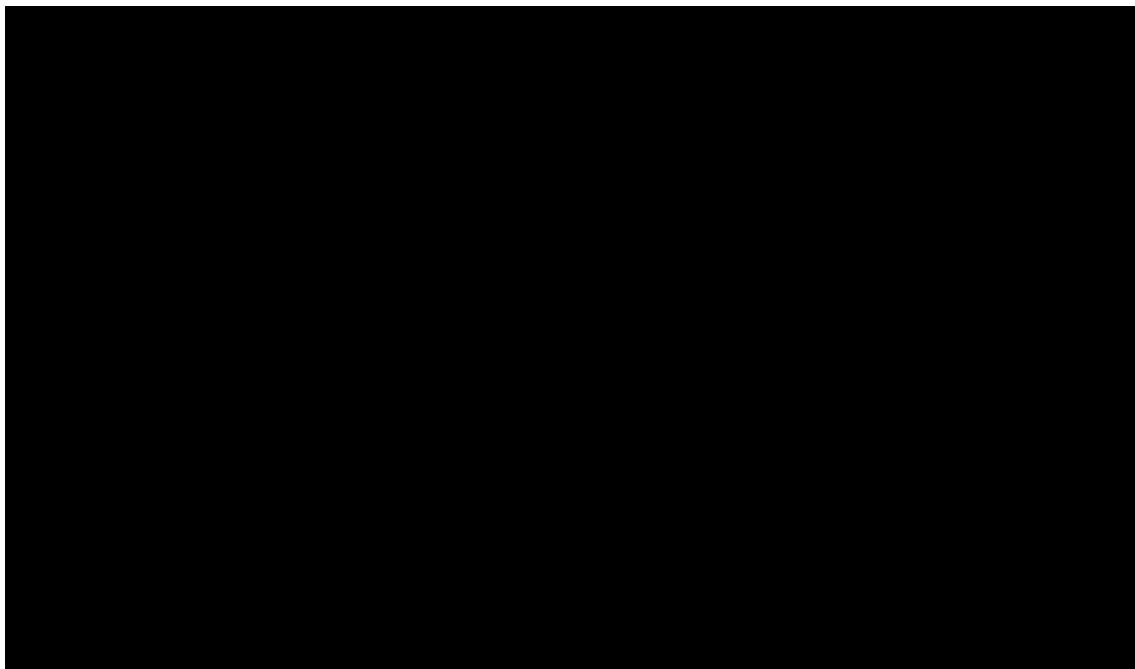
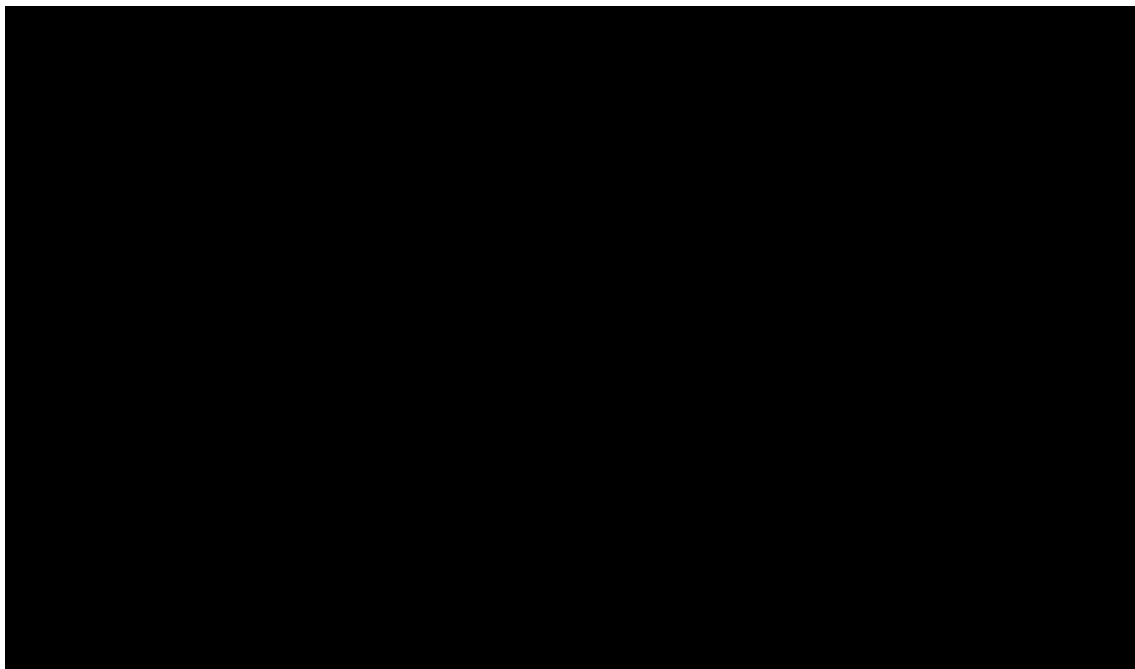


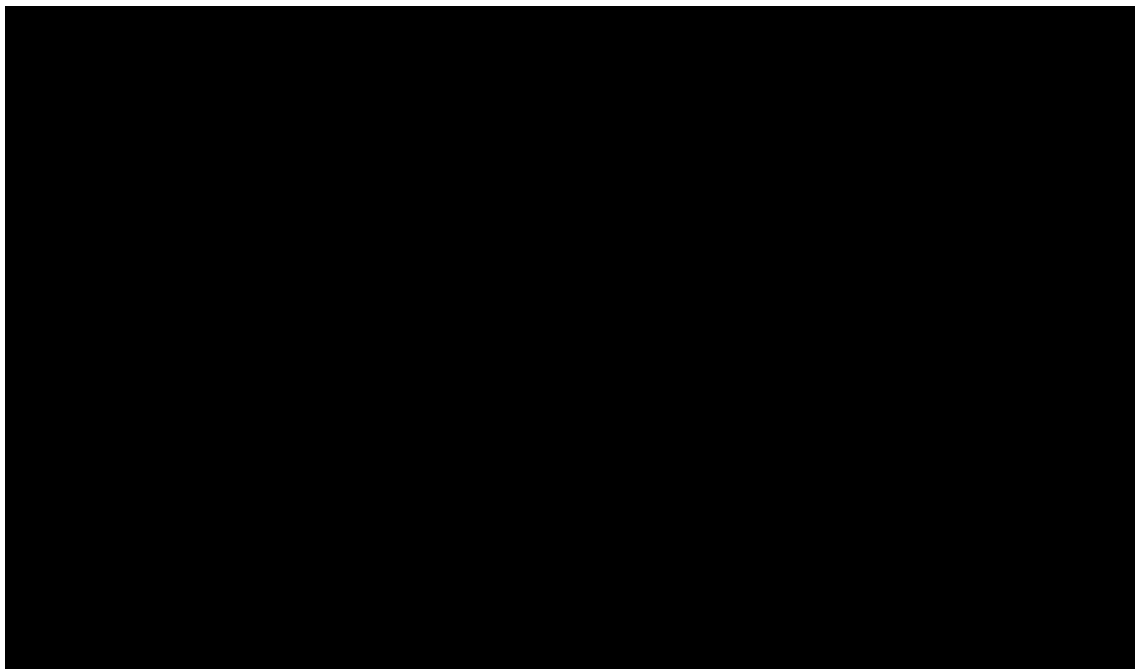
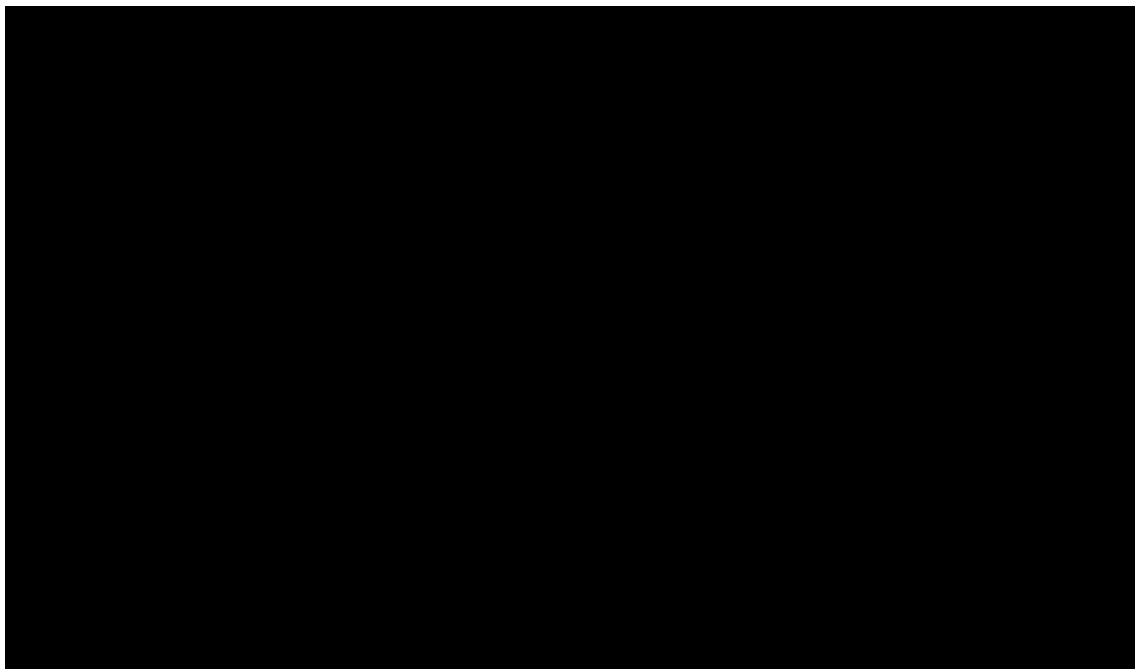


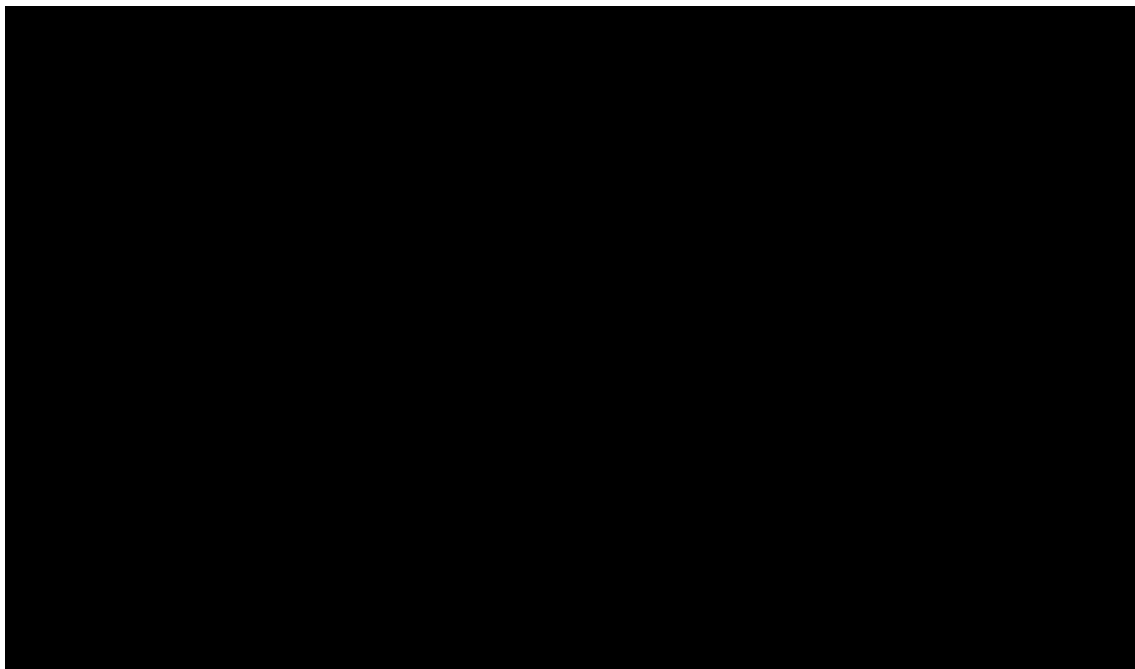
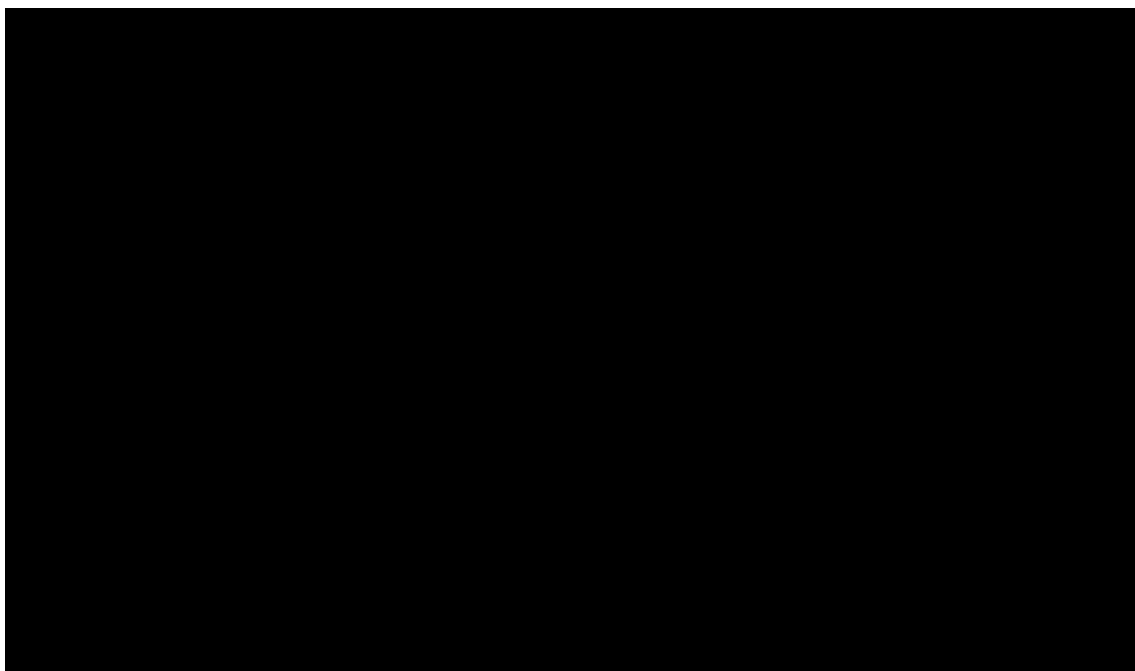


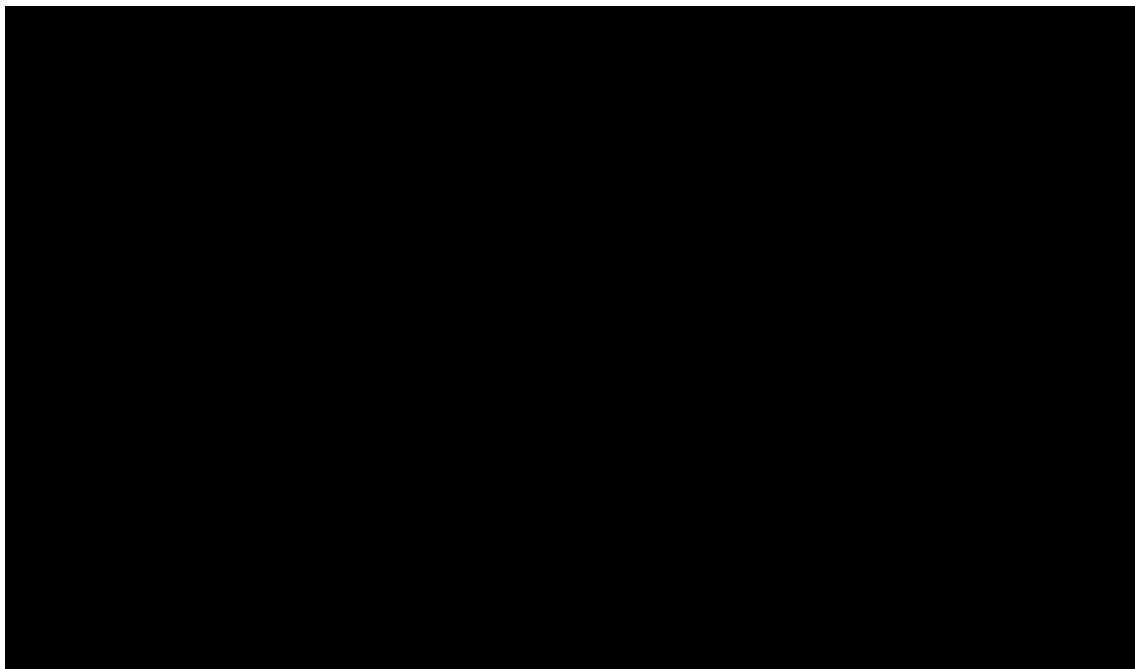
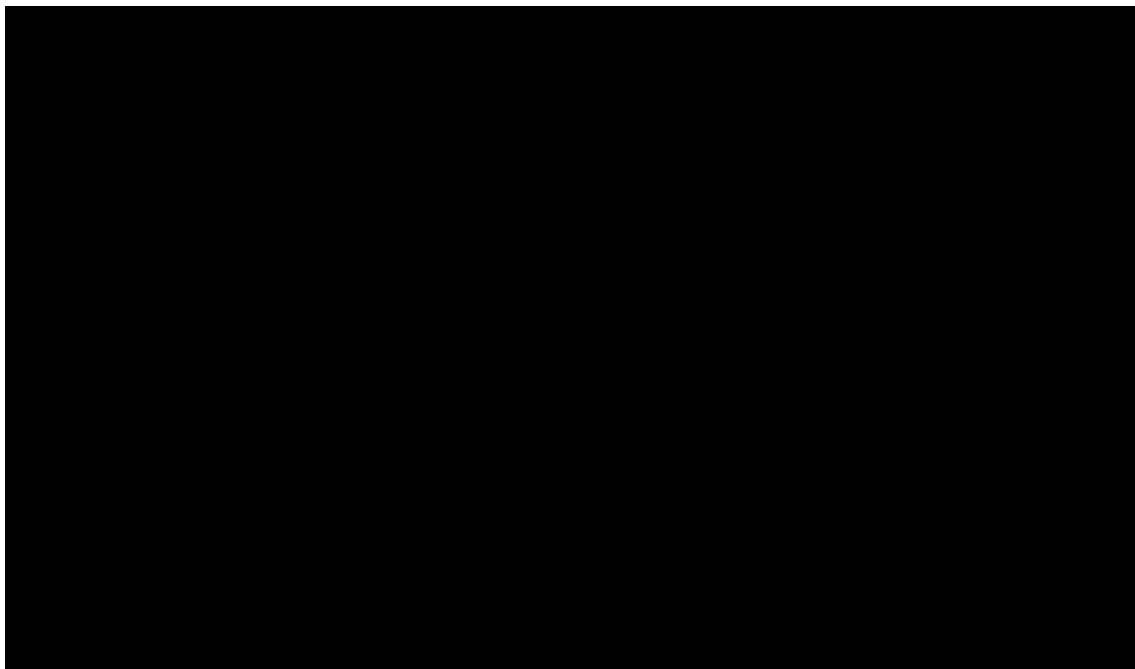


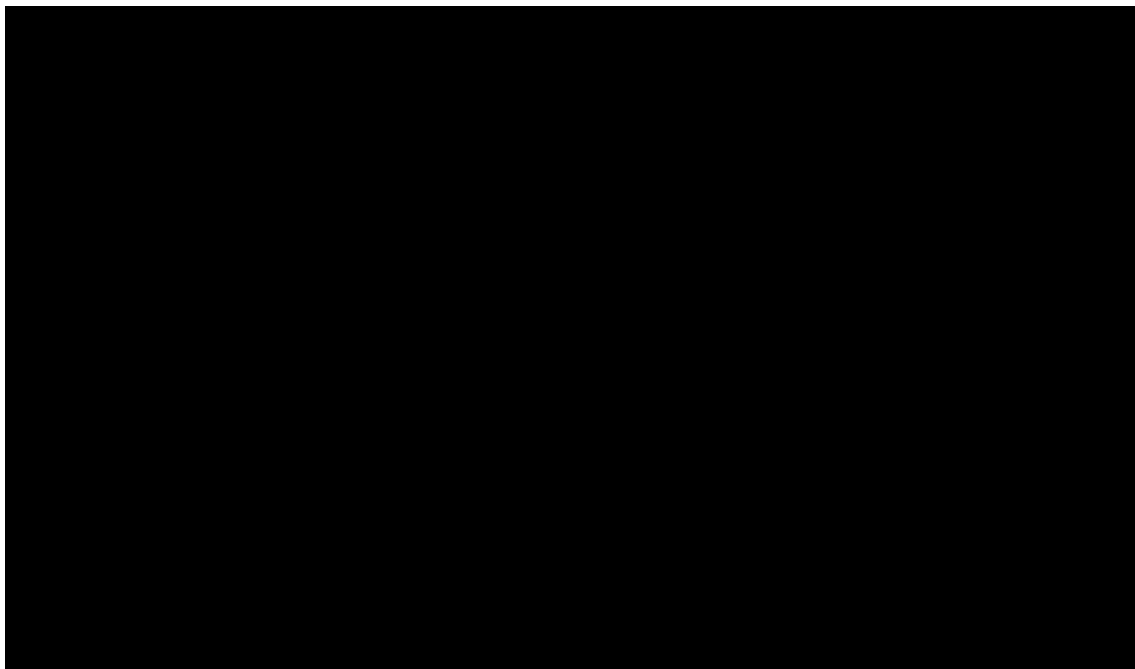
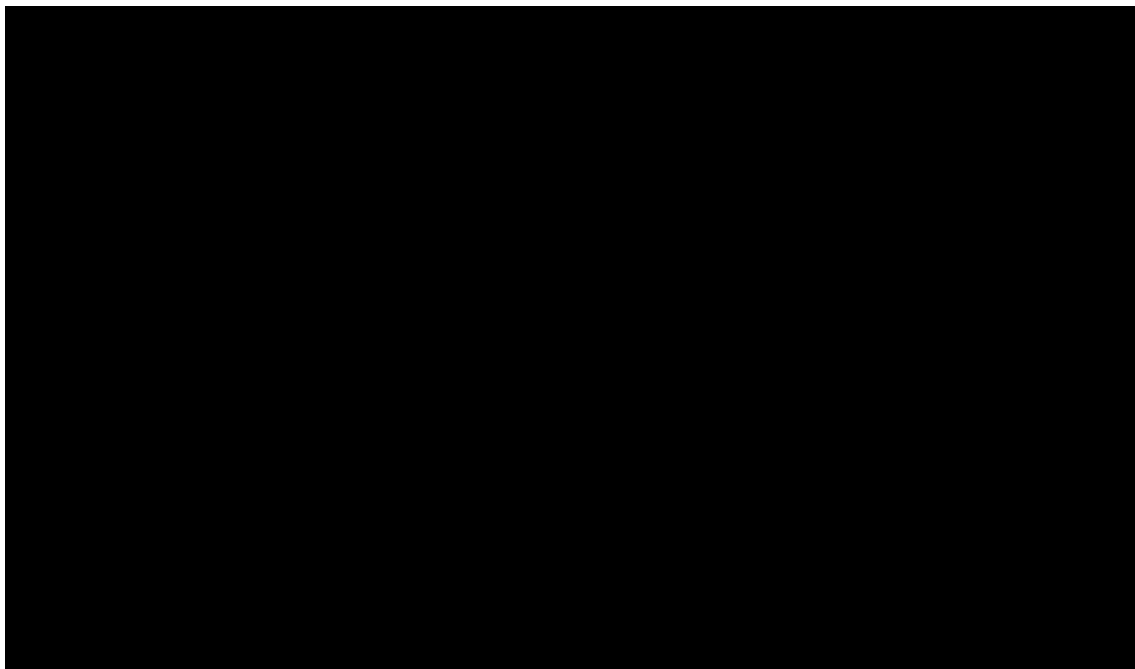


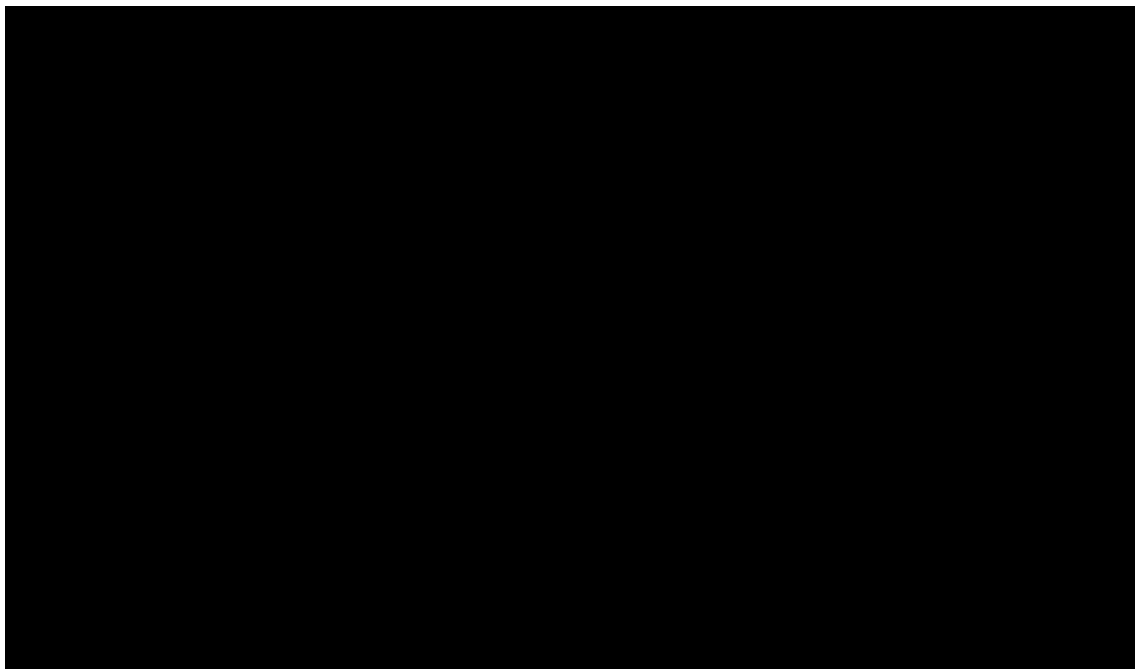
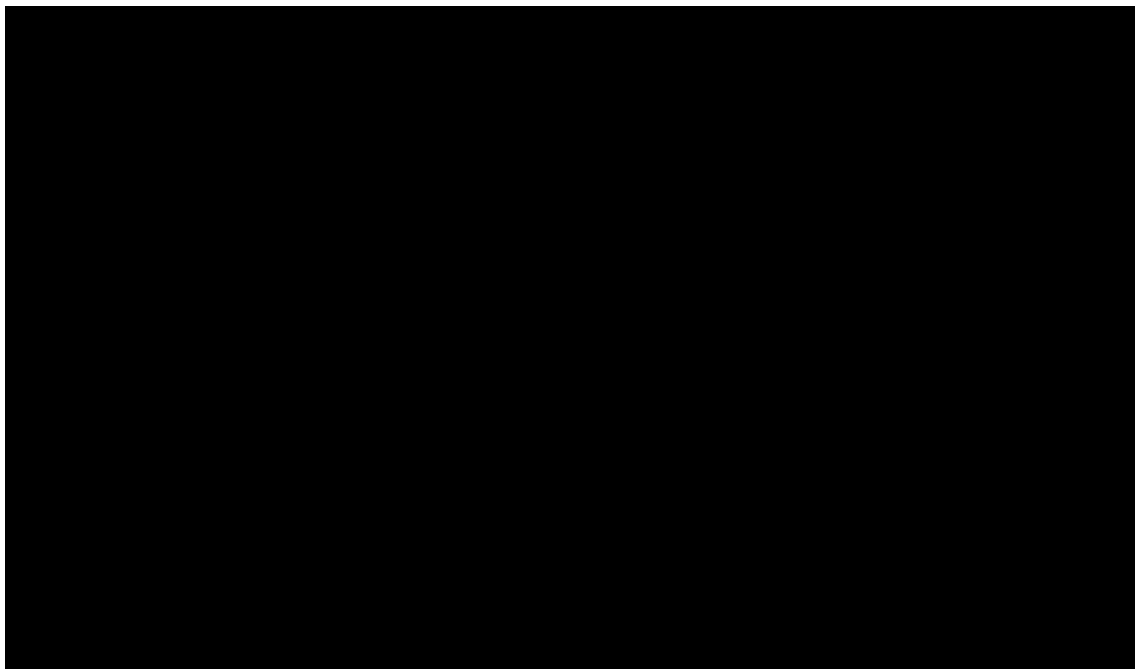


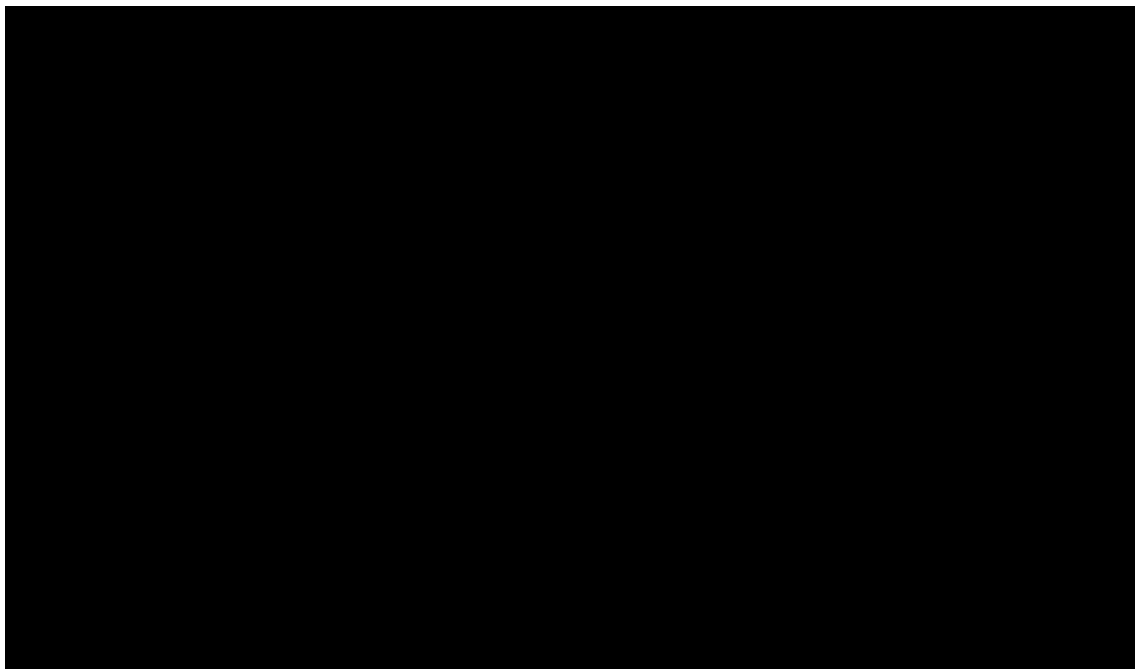
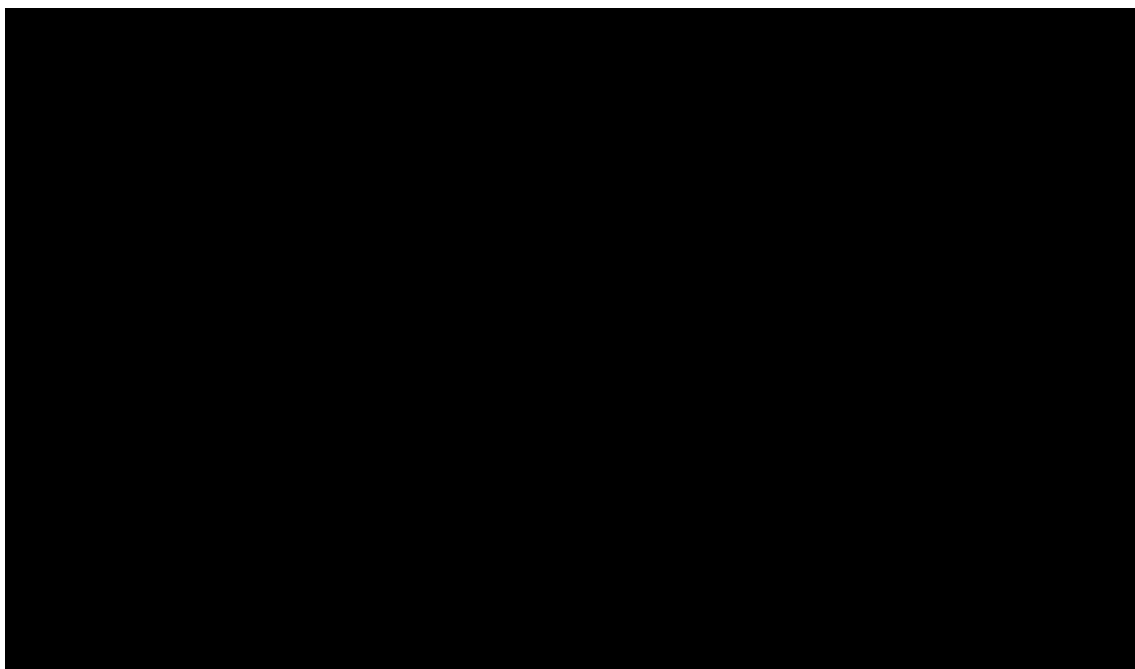


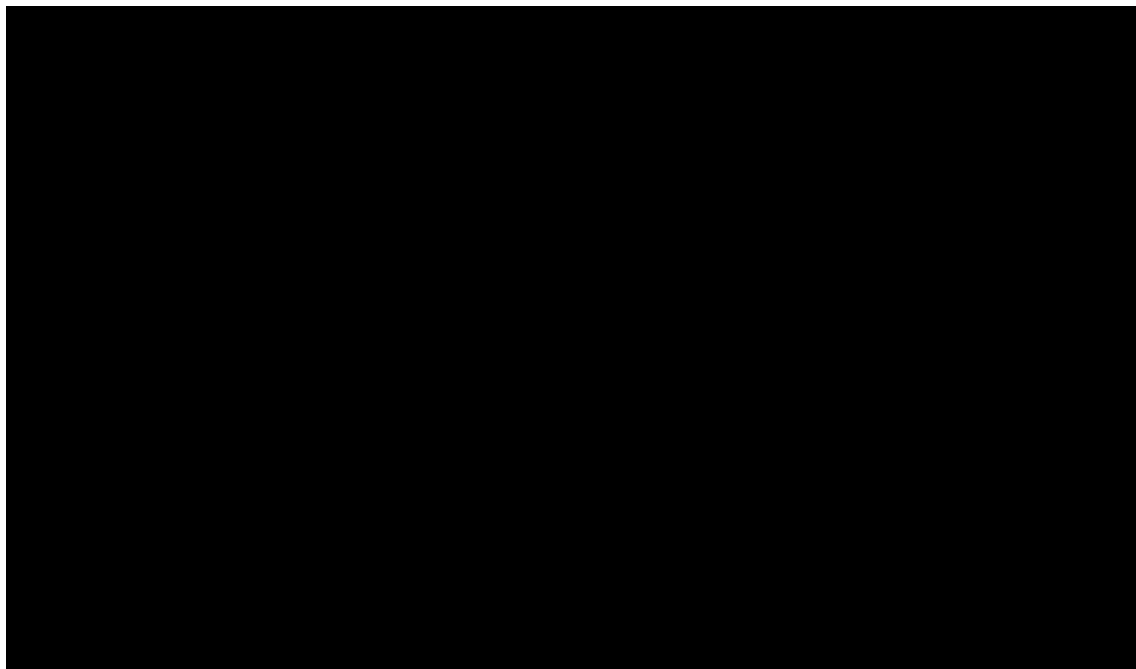
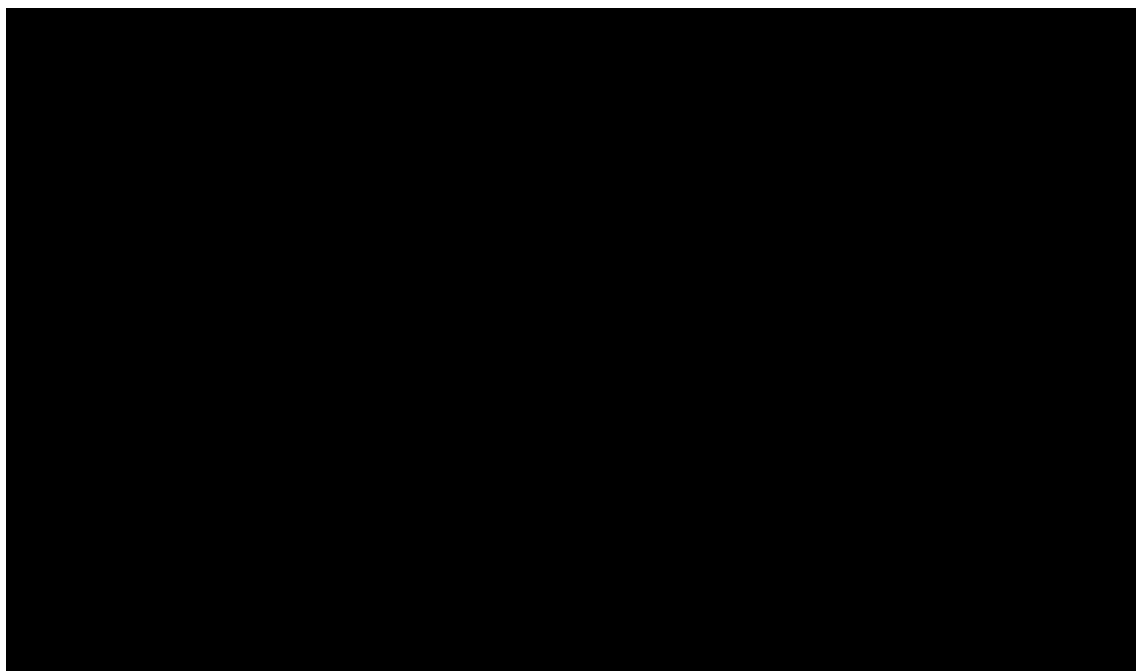




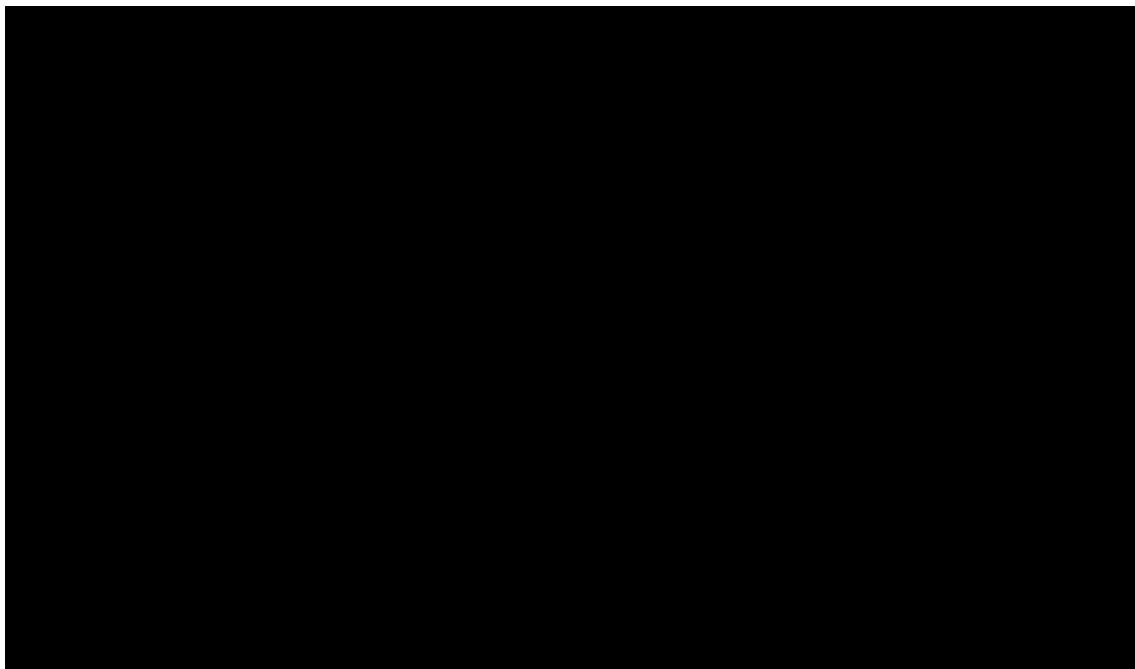
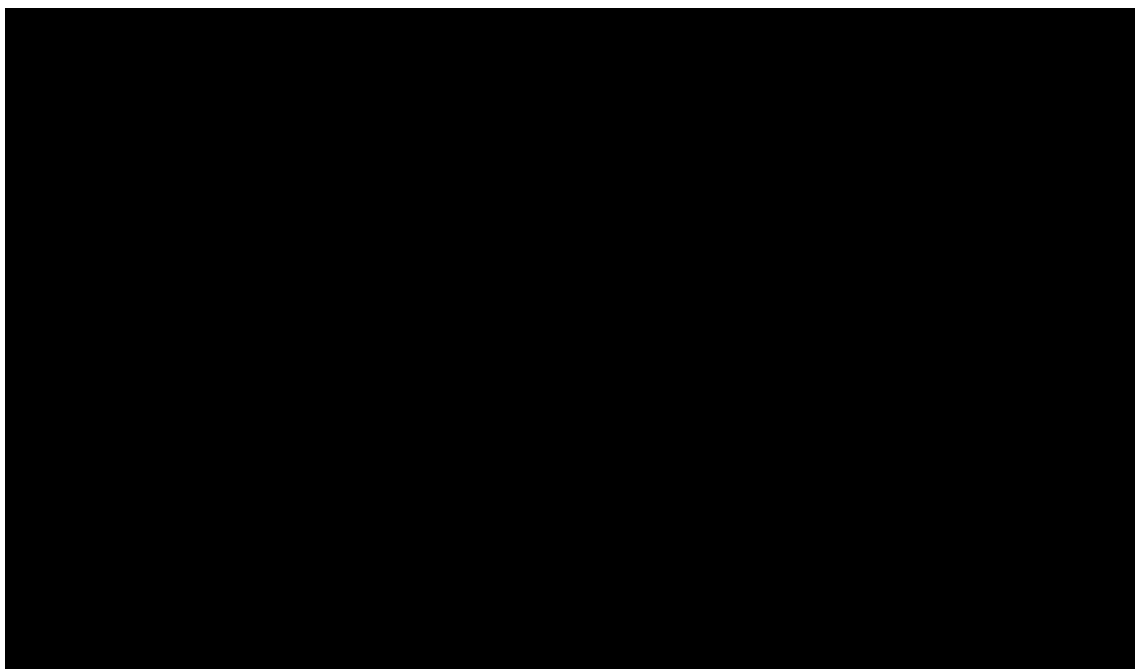


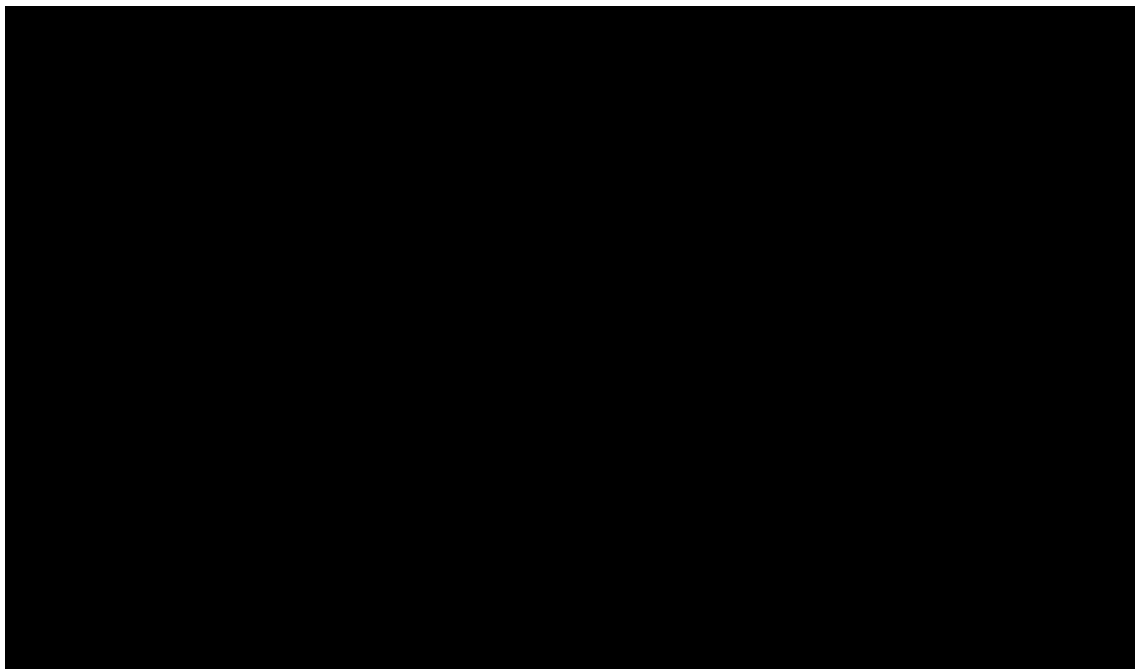
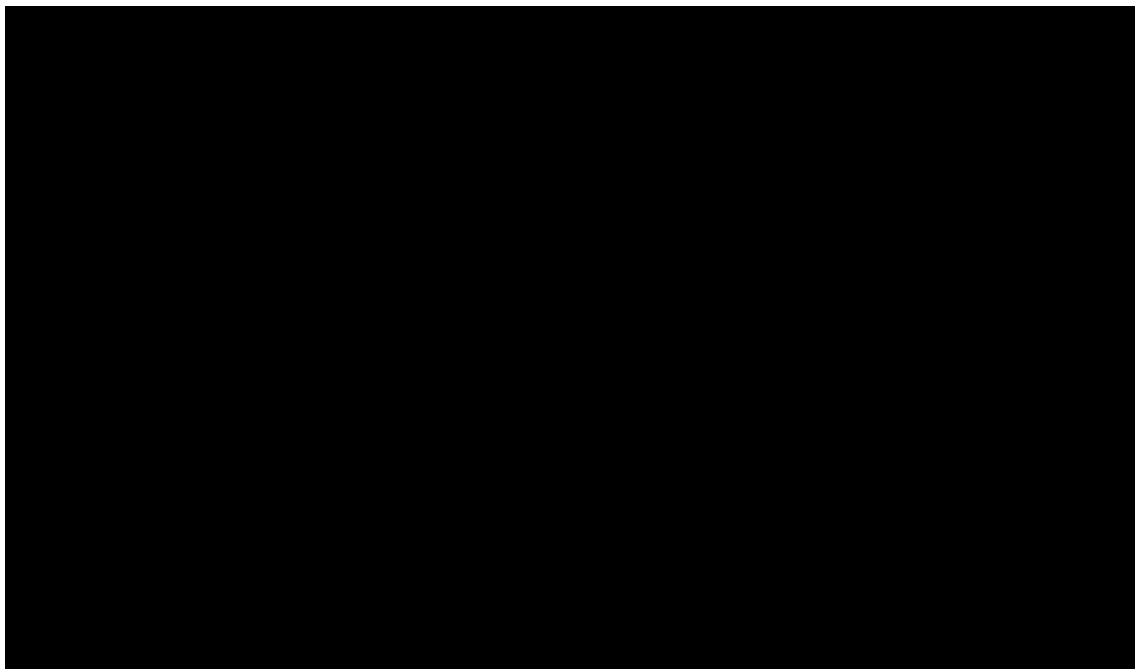




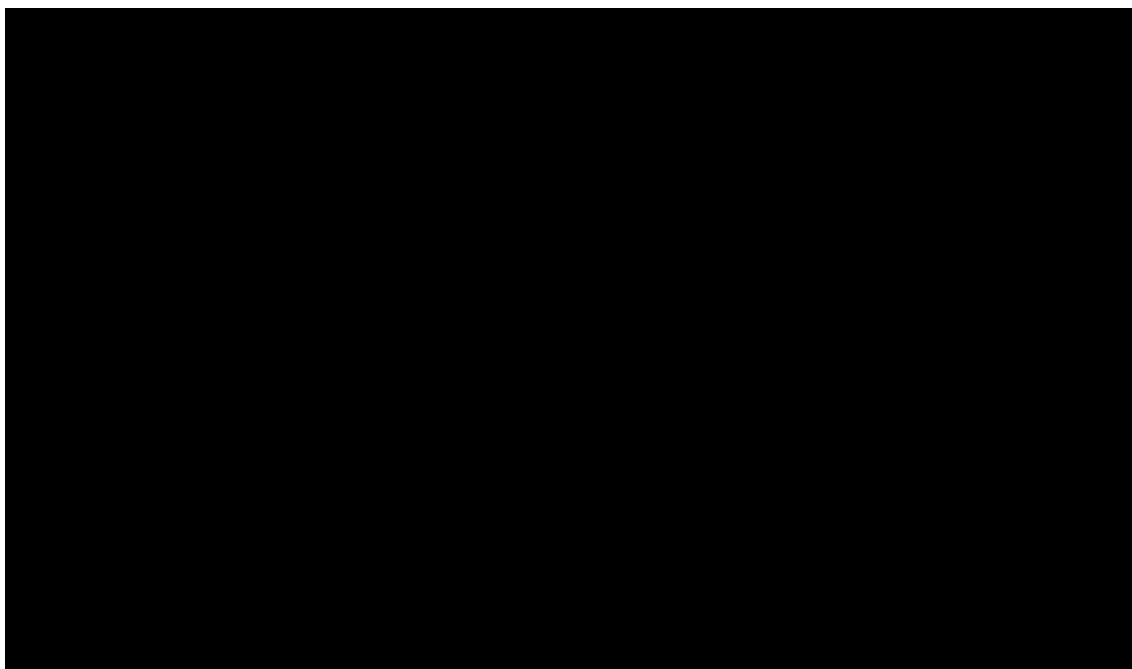




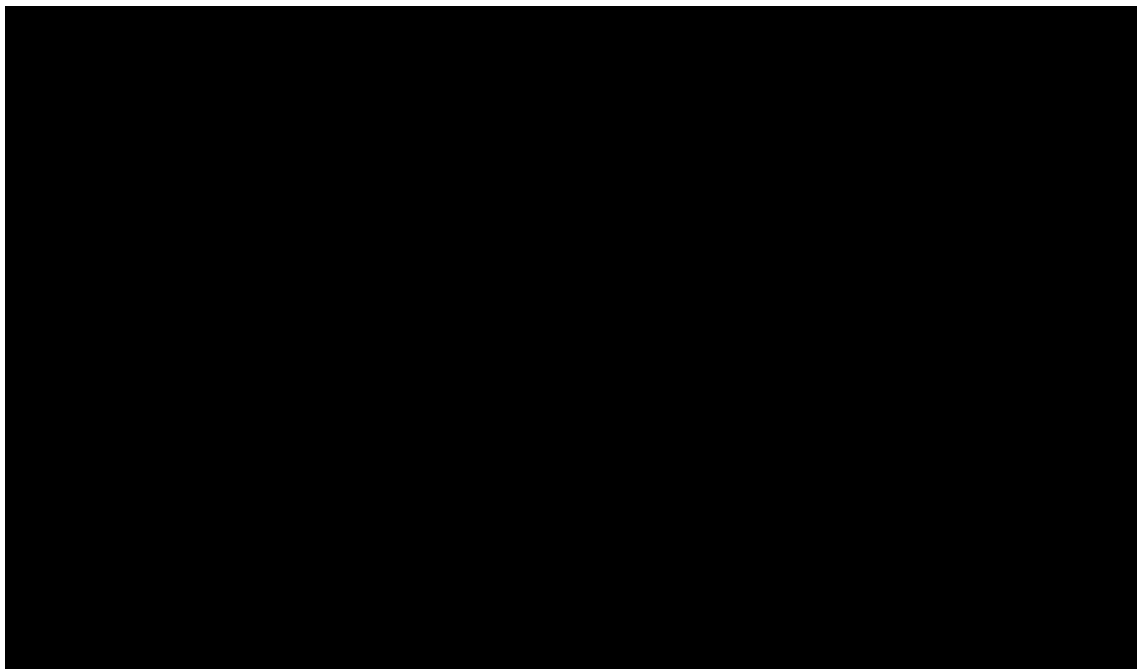
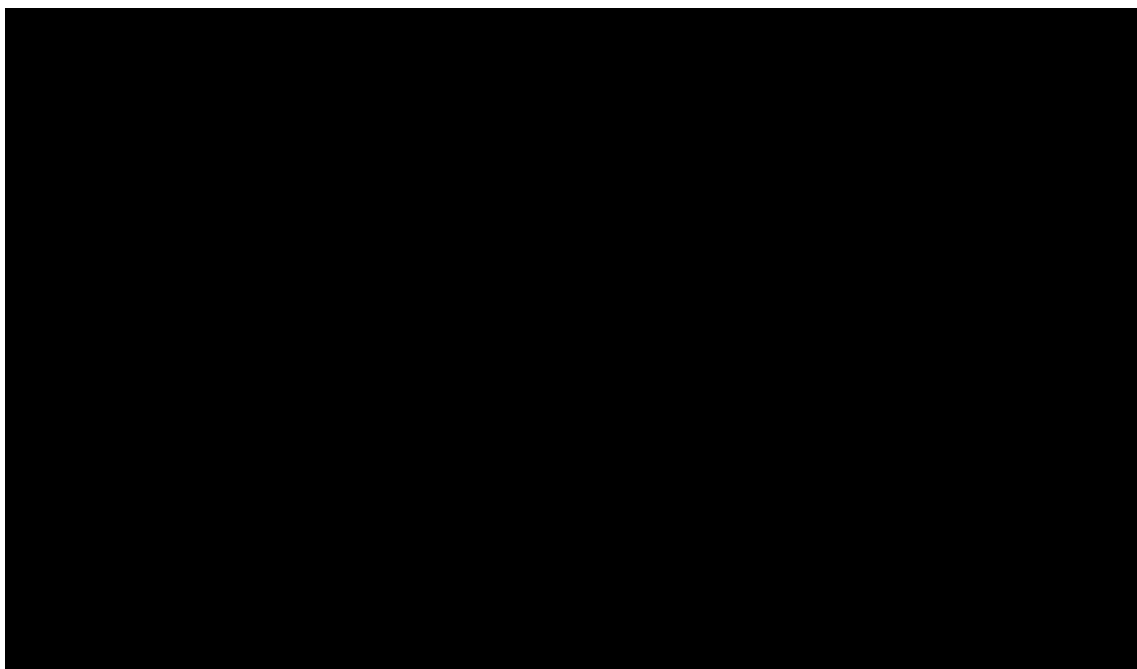


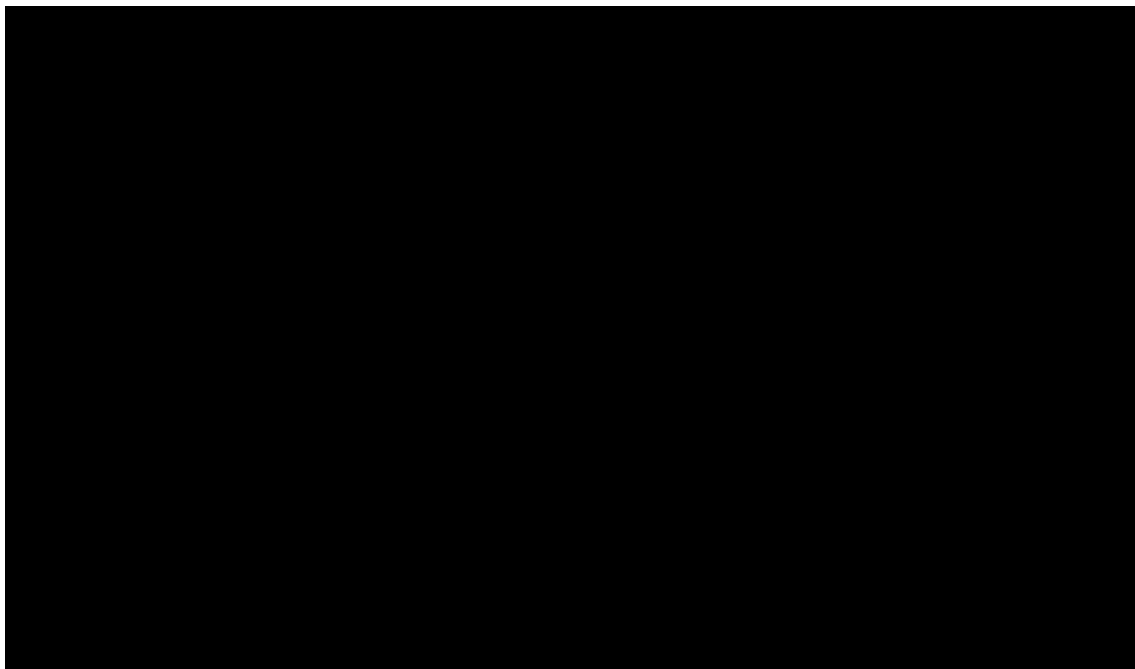
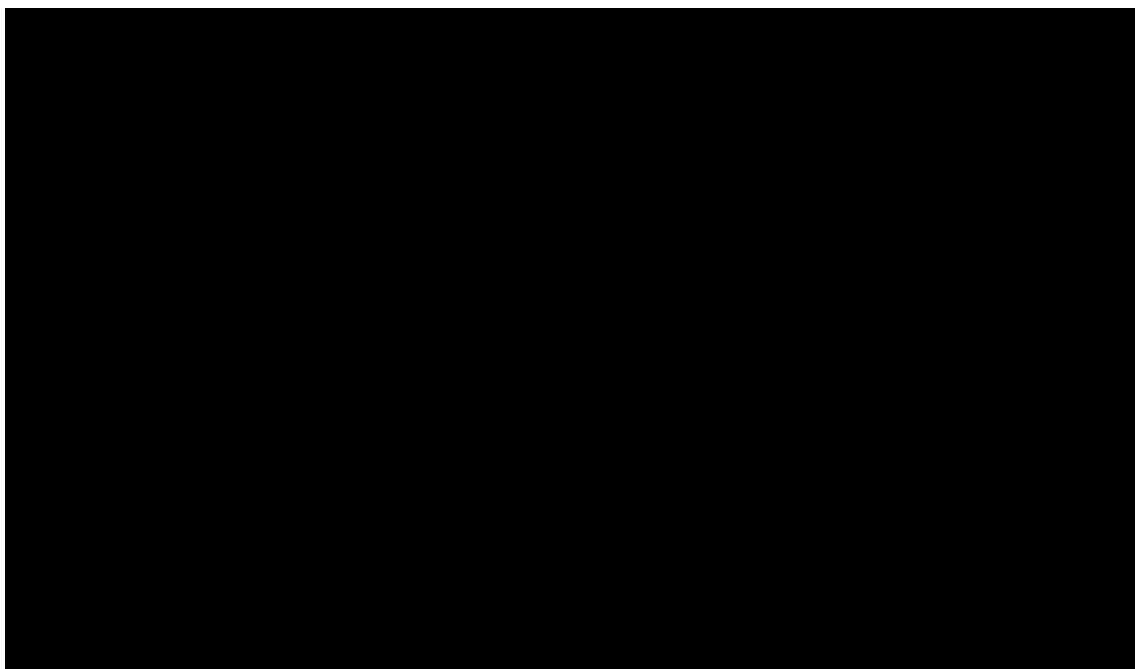


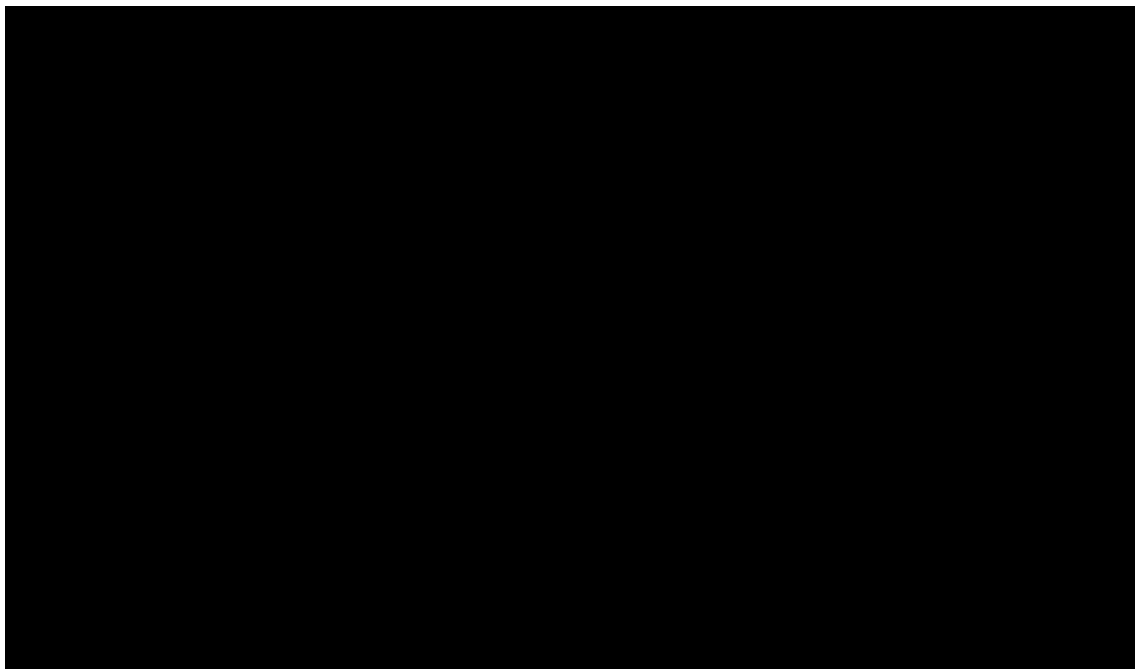
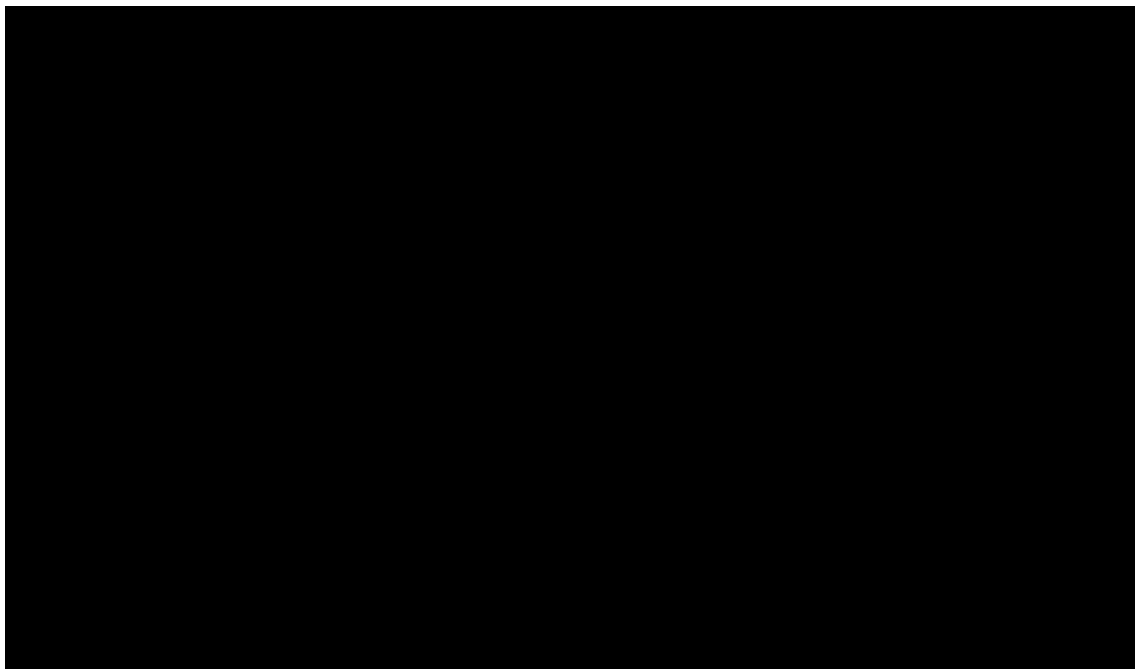
Avaliação do sombreamento e da iluminação natural em apartamentos de edifícios residenciais verticais multifamiliares de Maceió-AL: o uso de varandas

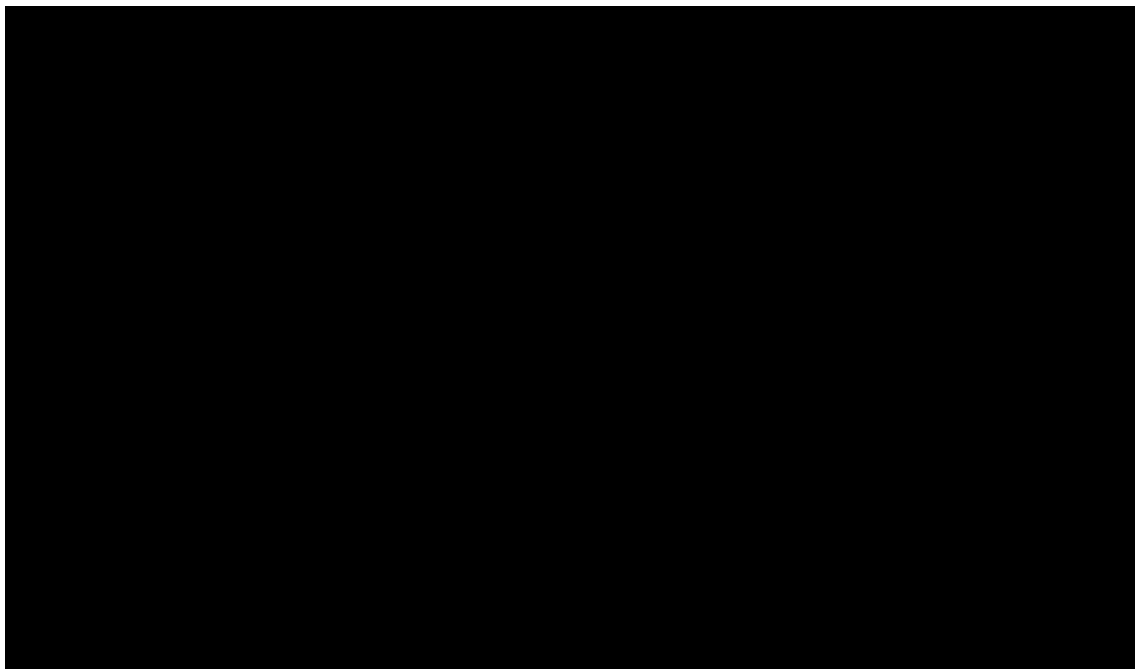
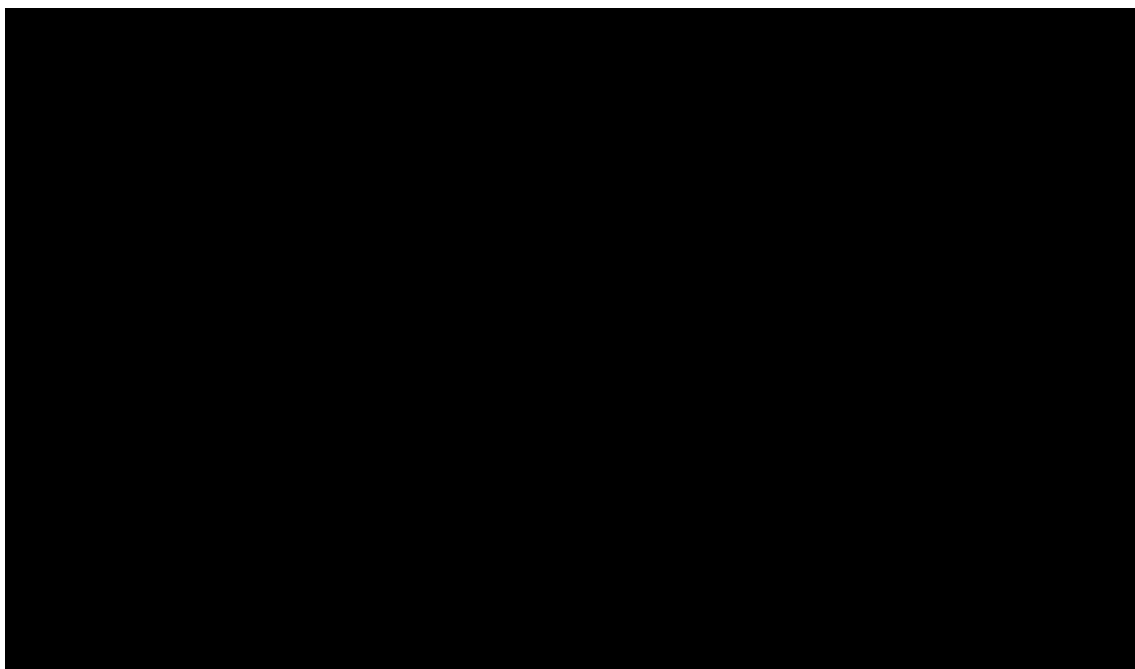


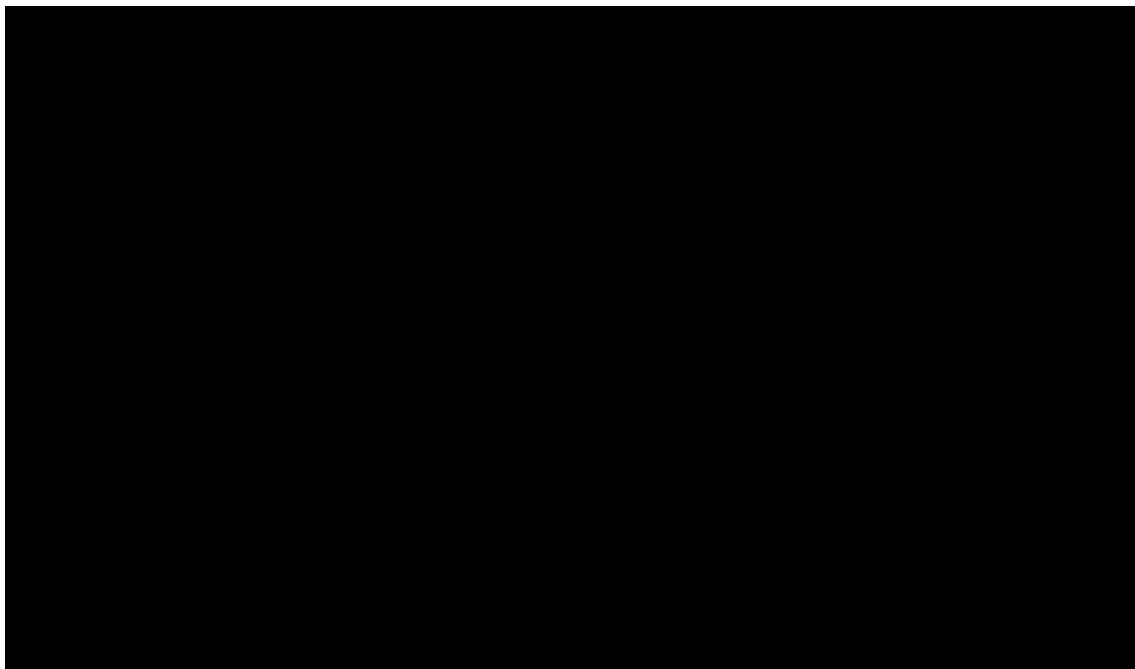
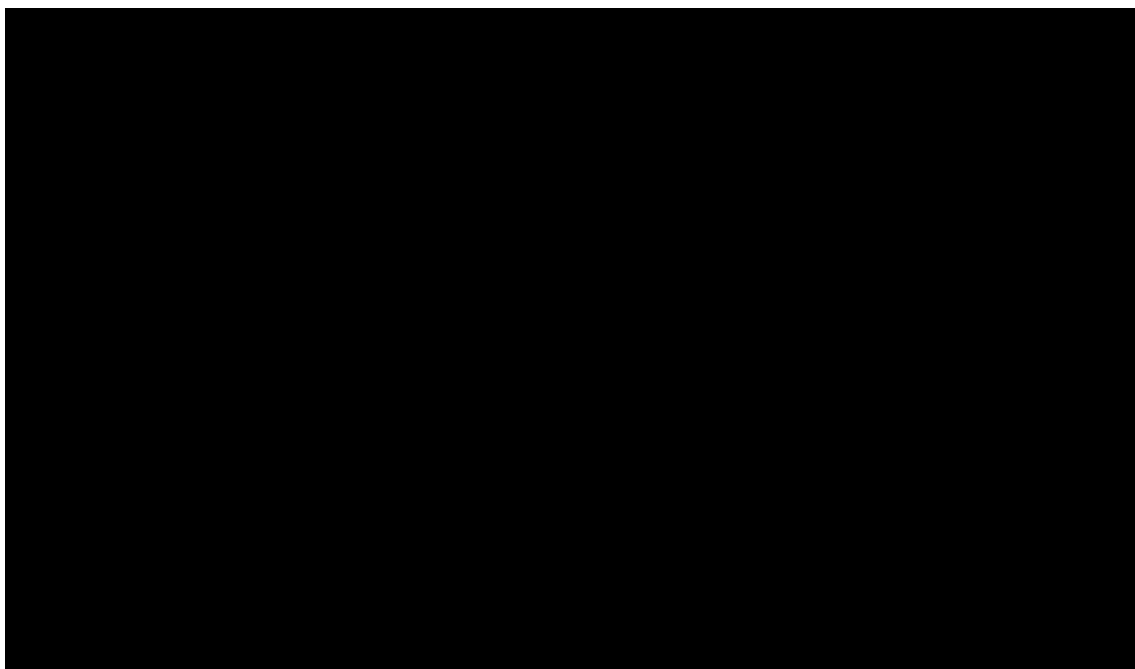
EDIFÍCIO 62: PERGAMO		Ano do Registro na SMCCU: 2005
LOCALIZAÇÃO		
	R. Hélio Pradines	
CARACTERÍSTICAS DA VARANDA	Orientação: Norte, leste e oeste	
	Posição na planta baixa: Confinada	
	Forma: Curva e retangular	
	Profundidade: 1,20 m e 1,60 m	
	Fechamento do peitoril: Alvenaria	



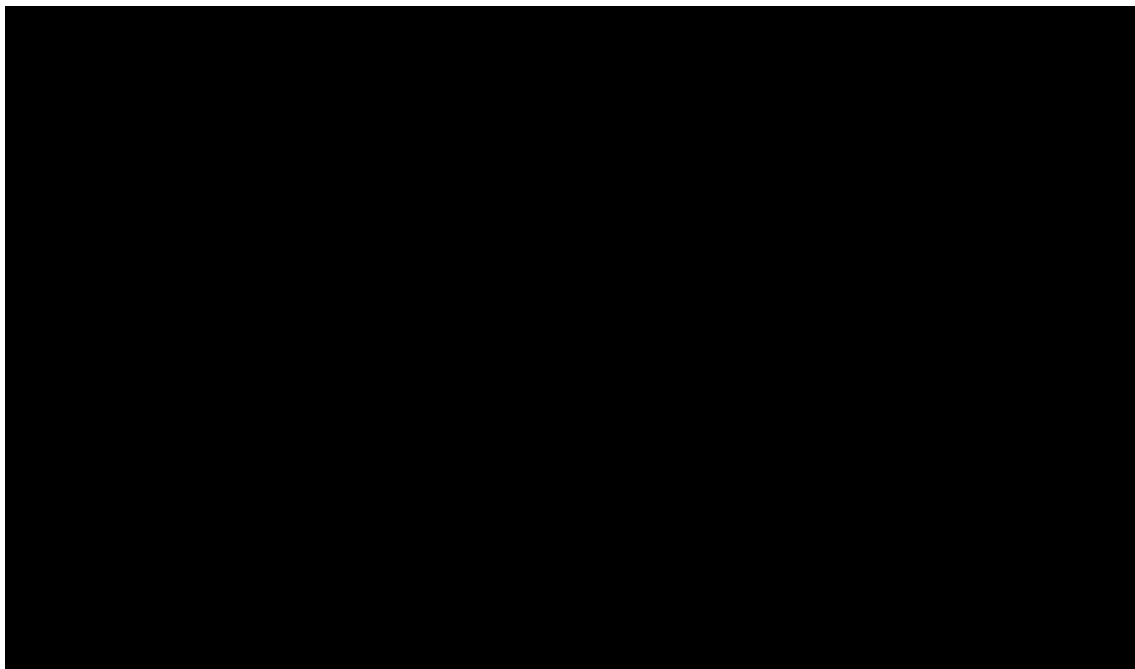












This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.  
This page will not be added after purchasing Win2PDF.