

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

AGRIPINO DA SILVA COSTA NETO

**A CONFIGURAÇÃO GEOMÉTRICA DOS ELEMENTOS DE CONTROLE SOLAR E SUA
COMPOSIÇÃO PLÁSTICA EM DIFERENTES ORIENTAÇÕES SOLARES EM ARACAJU.**

Maceió

2013

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

AGRIPINO DA SILVA COSTA NETO

**A CONFIGURAÇÃO GEOMÉTRICA DOS ELEMENTOS DE CONTROLE SOLAR E SUA
COMPOSIÇÃO PLÁSTICA EM DIFERENTES ORIENTAÇÕES SOLARES EM ARACAJU.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo PPGAU – DEHA (Dinâmicas do Espaço Habitado) da Universidade Federal de Alagoas UFAL, como requisito final para a obtenção do grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Salazar Bittencourt

Maceió

2013

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária Responsável: Maria Auxiliadora G. da Cunha

- C837c Costa Neto, Agripino da Silva.
A configuração geométrica dos elementos de controle solar e sua composição plástica em diferentes orientações solares em Aracaju / Agripino da Silva Costa Neto. – 2013.
171 f. : il., color.
- Orientador: Leonardo Salazar Bittencourt.
Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo: Dinâmicas do Espaço Habitado) – Universidade Federal de Alagoas. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Maceió, 2013.
- Bibliografia: f. 80-81.
Apêndices: f. 82-171.
1. Elementos de controle solar. 2. Configuração geométrica. 3. Composição plástica. I. Título.

CDU: 725:628.9.021 (813.7)

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

AGRIPINO DA SILVA COSTA NETO

**A CONFIGURAÇÃO GEOMÉTRICA DOS ELEMENTOS DE CONTROLE SOLAR E
SUA COMPOSIÇÃO PLÁSTICA EM DIFERENTES ORIENTAÇÕES SOLARES EM
ARACAJU**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo PPGAU – DEHA (Dinâmicas do Espaço Habitado) da Universidade Federal de Alagoas UFAL, como requisito final para a obtenção do grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Aprovado em 19/11/2013

BANCA EXAMINADORA



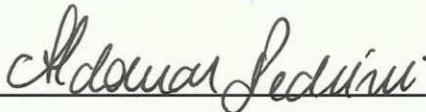
Prof. Dr. Leonardo Salazar Bittencourt
Orientador- Universidade Federal de Alagoas – UFAL



Prof. Dr. Ricardo Carvalho Cabus
Avaliador Interno – Universidade Federal de Alagoas – UFAL



Prof. Dr. Augusto Aragão de Albuquerque
Avaliador Interno – Universidade Federal de Alagoas – UFAL



Prof. Dr. Aldomar Pedrini
Avaliador Externo – Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

Aos meus pais Américo José de Sousa (*in memoriam*) e Maria Auxiliadora de Araújo Costa Sousa, pelo incentivo, à minha esposa Martha Caldas e aos meus filhos Gabriel e Gustavo pelo apoio e compreensão.

AGRADECIMENTOS

A minha mãe Auxiliadora Costa Sousa, que mesmo em Fortaleza, por me acompanhar com muito incentivo e paciência a conclusão de mais essa etapa acadêmica.

A minha irmã Tânia Sousa, por esclarecer questões relativas à estrutura da dissertação e a revisão de texto.

Ao pessoal de casa, meus filhos Gabriel e Gustavo, minha esposa Martha Caldas, ao incorporar a rotina de minhas viagens à Maceió ao seu dia-a-dia, com apoio, torcida e compreensão.

A Fernando Caldas e Antônio Vinícius, pelo apoio logístico, e o compartilhar da experiência de se cursar um mestrado, respectivamente.

A meus colegas arquitetos e professores, Betânia Brendle, Marcelo Maciel, e Rozana Rivas, que me incentivaram a ingressar no mestrado desde quando professor substituto da UFS, Curso de Arquitetura e Urbanismo – Laranjeiras.

A professora Pedrianni Dantas e o professor Ricardo Mascarello, da UNIT- Universidade Tiradentes, me confiando as disciplinas de Conforto Ambiental e Projeto de Arquitetura e Urbanismo, disciplinas importantes como auxílio na formatação do meu tema de pesquisa.

Aos professores do Mestrado, principalmente aos da minha linha de pesquisa, que me deram subsídios pra que eu melhor desenvolvesse meu tema.

Aos meus colegas de mestrado, pela experiência compartilhada, ao longo das disciplinas, trabalhos em equipe, participação em congressos, encontros e seminários.

Aos estudantes, Breno Aragão, Adriano Augusto e Valéria Duarte, ao representar os modelos desenvolvidos em maquetes eletrônicas nas etapas da dissertação.

A Larisse Feitosa, secretária do DEHA, pelo bom atendimento, presteza no encaminhamento dos documentos necessários durante o programa de Mestrado e esclarecimentos de toda ordem.

A FAPEAL, pela concessão parcial de uma bolsa de estudos para a realização desse trabalho.

A meu orientador Leonardo Salazar Bittencourt, pela precisão e qualidade das informações no delineamento do meu tema, uma assessoria imprescindível.

RESUMO

A Arquitetura atual, de certo modo, tem dado pouca evidência ao tratamento das fachadas de seus prédios, como pensados à época da Arquitetura Moderna, que preconizava o melhor aproveitamento da luminosidade e melhor adequação da edificação quanto aos condicionantes locais de conforto térmico e luminoso. Formas e desenhos de fachada têm sido elaborados por critérios construtivos e estéticos distantes desses princípios de sustentabilidade. Pouco se percebe, rigorosamente falando, o bom tratamento dado às fachadas na questão do controle da radiação solar que chega às janelas. Ao observar a maneira dispersa que isso tem se apresentado no cenário urbano, torna-se relevante a caracterização de alguns padrões estéticos e funcionais dos elementos de proteção no envelopamento dos prédios, relacionando-os em sua configuração geométrica e composição plástica tais dispositivos aplicados às aberturas. Assim, este trabalho tem por objetivo estudar a distribuição desses elementos de controle solar nas fachadas e caracterizar padrões de sombreamento e texturas de superfícies para oito orientações principais, relacionando os efeitos plásticos dessa tipologia. Aplicado à cidade de Aracaju, Estado de Sergipe, foi analisado como isso se manifesta no padrão arquitetônico local, fazendo um contraponto com modelos de referência nacionais representativos dessa fase da Arquitetura Brasileira. Através de ferramentas computacionais e da instrumentação da carta solar para o mapeamento das máscaras de sombra, foi definido o intervalo de bloqueio dessa radiação tendo como resposta o desenho de protetores solares formados a partir da combinação de peças horizontais, verticais e horizontais oblíquas. Portanto, com a correspondência da máscara de sombra foi possível elencar algumas variações de proteção para essa latitude. O resultado do trabalho é a catalogação de diversos padrões e texturas, por composições de tramas geométricas (linhas e colunas) que têm sua eficiência destacada na exposição marcante ao jogo de luz e sombra.

Palavras-chave: Elementos de controle solar, configuração geométrica, composição plástica.

ABSTRACT

The Architecture today, somehow, has given little evidence to usage of the *façades* on their buildings, as thought in the epoch of Modern Architecture, which called for better use of light and better suitability of the building as the local conditions of thermal and lighting comfort. Shapes and designed *façades* have been produced by distant constructive and aesthetic criteria of the principles of sustainability. It is not almost noticed, strictly speaking, the good treatment of the *facades* in question of the control of solar radiation that reaches the windows. By observing the dispersed way it has been presented in urban settings, it becomes relevant the featuring of some aesthetic and functional patterns of these elements in the enveloping protection of buildings, relating them to their geometric configuration and plastic composition applied to the fenestration systems. Thus, this work aims to study the distribution of these elements on the *façades* of solar control in order to characterize patterns of shading and textures on their surfaces for eight main bearings, relating the plastic effects of this typology. Applied to the city of Aracaju, state capital of Sergipe, there was analyzed the way it is expressed in the local architectural pattern, as a counterpoint to the national reference models representative of this period of Brazilian Architecture. Through computational tools and instrumentation of the solar chart for mapping the shadow masks, it was defined the lockout interval of this radiation having a response drawing the sunscreens formed from the combination of horizontal, vertical and oblique horizontal devices. Therefore, with the correspondence of the shadow mask it was allowed to list some variations protection for this latitude. The result of this work is a schedule of different patterns and textures, translated by geometric compositions (rows and columns) that their efficiency has highlighted the remarkable exhibition game of light and shadow.

Key words: Elements of solar control. Geometric configuration. Plastic composition.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Variação dos padrões formais dos elementos de proteção solar	20
Figura 2. Estudo de posicionamento de fachada em relação à melhor proteção	21
Figura 3. Órbita da Terra em torno do Sol	22
Figura 4. Gráfico auxiliar para o traçado de máscaras (180°)	24
Figura 5. Máscaras de sombreamento para brises horizontais	25
Figura 6. Máscaras de sombreamento para brises verticais e mistos	26
Figura 7. Edifícios no Parque Guinle. Laranjeiras	29
Figura 8. Cobogó. Máscara de sombra	29
Figura 9. Padrões óticos e textura	30
Figura 10. Primeira Igreja Unitária, Rochester	30
Figura 11. Centro de Pesquisas da IBM	32
Figura 12. Palácio Gustavo Capanema. RJ. – Fachada Norte e Sul	35
Figura 13. Associação Brasileira de Imprensa – ABI	36
Figura 14. Congresso Nacional	37
Figura 15. Prédio Oscar Niemeyer	38
Figura 16. Edifício COPAN	39
Figura 17. Simulação computacional de sombreamento	39
Figura 18. Edifício Banco do Brasil - SE	40
Figura 19. Edifício Instituto Nacional de Seguridade Social – SE	41
Figura 20. Edifício do Estado de Sergipe – SE	42
Figura 21. Assembléia Legislativa – SE. Fachadas Leste e Oeste	43
Figura 22. Palácio Governador Augusto Franco - SE. Fachada Norte-Nordeste; fachadas Sudoeste e Sul-Sudoeste.	44
Figura 23. Biblioteca da Universidade Feral de Sergipe (UFS) – Fachada oeste (detalhe)	45
Figura 24. Biblioteca da Universidade Feral de Sergipe (UFS)	45
Figura 25. Biblioteca da Universidade Federal de Sergipe - Fachada Oeste (geral)	45
Figura 26. Composições volumétricas variadas em função da seção da edificação	46
Figura 27. Elementos pergolados com função de marquise. IHHS – SE	48
Figura 28. Simulação computacional para estudos formais de marquise	48
Figura 29. Organograma	50
Figura 30. Estudos livres de edificações de múltiplos pavimentos	51

Figura 31. Estudos de proporção das edificações. Relação:largura x profundidade	52
Figura 32. Estudo de posicionamento de visualização das fachadas adjacentes	52
Figura 33. Fachada sudeste nordeste 21 jun 9h	53
Figura 34. Carta Solar. Projeção estereográfica para de 10°55' latitude Sul	55
Figura 35. Definição dos ângulos de proteção para a fachada Norte	56
Figura 36. Definição dos ângulos de proteção para a fachada Norte	57
Figura 37. Modelo padrão de proteção para fachada Norte. Representação técnica	58
Figura 38. Simulação da iluminação natural com heliondón	58
Figura 39. Modelo Básico aplicado a uma abertura de dimensões estendidas	60
Figura 40. Modelo Básico aplicado a uma abertura de dimensões estendidas. Peças oblíquas ao plano	61
Figura 41. Matriz geral de texturas	63
Figura 42. Simbologia relativa aos orientações solares	63
Figura 43. Matriz (parcial) de texturas da orientação Norte	64
Figura 44. Matriz (parcial) de composição	65
Figura 45. Composição de elementos horizontais e verticais por módulo (Fachada Norte)	67
Figura 46. Efeito do sombreamento de um módulo (estendido) a intervalos regulares de tempo (Fachada Norte) ‘	68
Figura 47. Planilha de composição dos componentes de proteção (N,NE,L,SE e S)	70
Figura 48. Planilha de composição dos componentes de proteção (SO,O e NO)	71
Figura 49. Estudo do efeito dos protetores como tramas finas, largas ou mistas	72
Figura 50. Elementos de proteção verticais. Centro Cultural Banco do Nordeste	73
Figura 51. Estudo do efeito de tramas	73
Figura 52. Estudos de componentes de proteção com tamanhos variados	74
Figura 53. Estudo de composição de fachadas: tramas	75
Figura 54. Quadro de Identificação	76
Figura 55. Fachadas Norte	76
Figura 56. Perspectivas	77

“A arquitetura é o jogo sábio, habilidoso e grandioso de volume exposto à luz. Nossos olhos são feitos para ver formas na luz; a luz e a sombra revelam estas formas.”
(LE CORBUSIER, 1998)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. Objetivos	13
1.1.2. Objetivo Específico	13
2. LUZ E RADIAÇÃO SOLAR	14
2.1. O controle da radiação solar	14
3. A GEOMETRIA DA INSOLAÇÃO	20
3.1. O movimento aparente do sol e as estações	21
3.2. Altura solar e azimute	22
3.3. A carta solar e sua representação estereográfica	22
3.4. Máscaras Solares	23
3.5. Gráficos auxiliares para o traçado de máscaras	23
3.6. Tipos de Protetores	25
3.6.1. Protetores horizontais, fixos e móveis	25
3.6.2. Protetores verticais, fixos e móveis	26
3.6.3. Protetores mistos e suas variantes	27
3.6.4. <i>Brise-soleil</i>	27
3.6.5. Cobogós	28
4. A COMPOSIÇÃO ARQUITETÔNICA	30
5. PROTETORES SOLARES NAS EDIFICAÇÕES E SUAS CONFIGURAÇÕES	33
5.1. Algumas referências arquitetônicas no Brasil	34
5.1.1. Palácio Gustavo Capanema	34
5.1.2. Associação Brasileira de Imprensa (ABI)	36
5.1.3. Congresso Nacional	36
5.1.4. Edifício Oscar Niemeyer	37
5.1.5. Edifício COPAN	38
5.2. Estudos de Casos em Aracaju - SE	39
5.2.1. Edifício Banco do Brasil	39
5.2.2. Edifícios Institucionais	40
5.2.3. Assembléia Legislativa	42

5.2.4.	Palácio Governador Augusto Franco	43
5.2.5.	Biblioteca Universidade Federal de Sergipe	44
6.	METODOLOGIA – PROCEDIMENTOS	49
6.1.	Organograma Funcional	49
6.2.	A escolha do volume geométrico como elemento Representativo das tipologias arquitetônicas	51
6.3.	Determinação de um módulo de abertura	53
6.4.	Metodologia para a determinação do intervalo de sombreamento de fachada de cada uma das oito orientações	54
6.5.	A utilização da carta solar como instrumento das máscaras de sombra para as proteções desejadas.	55
6.5.1.	Gráficos.	55
6.5.2.	Modelo básico de proteção para cada orientação	57
6.6.	CrITÉRIOS para a escolha do repertório dos componentes solares	62
6.7.	Elaboração da matriz para a composição do elemento de proteção	69
7.	RESULTADOS PROPOSTOS E DISCUSSÃO	72
7.1.	Quadro de texturas dos elementos de proteção	72
8.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	78
9.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
10.	APÊNDICES	82
10.1.	Proteção das aberturas - Norte	83
10.2.	Elenco dos componentes de proteção - Norte	84
10.3.	Elementos de controle solar - Norte	88
10.4.	Matriz Norte	104
10.5.	Demais proteções das aberturas - NE, L, SE, S, SO, O, NO (113, 121, 129, 133, 155, 163)	105
10.6.	Demais elencos de componentes de proteção (114, 122, 130, 134, 156.164)	106
10.7.	Demais elementos de controle solar (116, 124, 131, 138, 158, 166)	108
10.8.	Demais matrizes (120, 128, 132, 154, 162, 170)	112
10.9.	Matriz Geral	171

1. INTRODUÇÃO

A Arquitetura Contemporânea nos idos de 1960/1970 identificava em suas fachadas uma textura de tramas e brises como elementos projetuais que incorporavam soluções relativas à insolação e ventilação. Posteriormente, essas características cederam espaço para prismas envidraçados e formas puras, dando pouca atenção ao uso adequado da proteção de suas fachadas e relegando a um segundo plano o estudo do envelopamento dos edifícios quanto ao conforto ambiental. Na contramão dessa “Arquitetura Internacional”, na convivência mútua desses padrões opostos de tratamento da superfície de seus volumes, depois de um período em que a eficiência energética não era tão considerada, a arquitetura atual vem gradativamente se caracterizando por um retorno às preocupações relativas à adaptação do edifício ao clima.

Uma parcela importante do total da energia é consumida pelos atuais edifícios nos países em desenvolvimento. Em muitos desses edifícios, tal consumo pode ser reduzido drasticamente pela adoção de estratégias de eficiência energética. Devido às preocupações ambientais e ao alto custo de energia nos últimos anos, tem havido um renovado interesse na eficiência energética dos mesmos. Sob essa perspectiva, componentes de envelopamento têm sido aperfeiçoados tecnologicamente, principalmente em relação às aberturas. Ademais, edifícios projetados sob um conceito holístico de eficiência podem reduzir o tamanho dos sistemas mecânicos e compensar o custo adicional dos recursos de eficiência energética (SADINENI; MADALA; BOEHN, 2011).

Nesse processo, a utilização de protetores solares vem se constituindo um instrumento importante dentre as estratégias voltadas ao sombreamento do edifício. Essa preocupação tem se refletido na plasticidade dos edifícios, uma vez que painéis de proteção solar são responsáveis pela introdução de texturas, das mais variadas, nas fachadas onde são aplicados. É sabido que para uma mesma máscara de sombra, mantida a eficácia do sombreamento, é possível ter a correspondência de protetores solares de diversas formas, escalas e proporções, capazes de produzir um amplo leque de padrões visuais.

No entanto, nos dias atuais, a prática profissional tem explorado de forma muito tímida esse potencial plástico. O desenho dos protetores solares tem se apresentado de forma simplista e, muitas vezes, de modo pouco eficiente no que se refere à proteção solar almejada. Com base nessas constatações, esse trabalho objetiva examinar a partir da eficácia de protetores o efeito do sombreamento derivado da combinação de elementos horizontais, verticais e oblíquos e a catalogação das configurações formais e plásticas decorrentes do uso desses elementos na composição das fachadas, considerando sua

aplicação em oito principais orientações, a saber: Norte, Nordeste, Leste, Sudeste, Sul, Sudoeste, Oeste e Noroeste, para edificações localizadas em Aracaju, capital do Estado de Sergipe.

Aracaju situa-se ao nível do mar. É um município localizado no Nordeste Brasileiro, na região entre os trópicos, com latitude de 10°59' de latitude Sul e 37°04' de longitude Oeste. A cidade recebe intensa radiação solar quase todos os dias do ano. Mesmo em meses de inverno as temperaturas continuam elevadas, com poucas variações em relação ao verão. Esse padrão permanece nas estações restantes, o que faz do sombreamento uma estratégia bioclimática de fundamental importância para os edifícios implantados nessa cidade, com importantes repercussões na plasticidade dos mesmos.

O efeito dos componentes de proteção solar no desempenho térmico, luminoso e acústico de edificações tem sido objeto de preocupações por parte dos profissionais projetistas gerando pesquisas e publicações que abordam essas questões. Entretanto, o potencial plástico do uso dos brises tem sido pouco explorado pela maioria dos arquitetos brasileiros, apesar das imensas possibilidades oriundas da manipulação desses elementos de controle solar.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo Geral

Estudar a combinação dos elementos de proteção solar e sua eficácia quanto ao sombreamento, dispostos nas fachadas com diferentes orientações e os efeitos plásticos decorrentes desses padrões de composição.

1.1.2. Objetivo Específico

Catalogar as possibilidades formais de composição dos dispositivos de proteção solar a partir da variação dos elementos horizontais e verticais.

2. LUZ E RADIAÇÃO SOLAR

A iluminação natural é desde os tempos remotos a primeira das fontes energéticas de que o homem dispõe. Traz os benefícios inerentes à fonte de calor produzida.

A radiação solar é a principal fonte de energia do planeta. Tanto como fonte de calor ou fonte de luz. O Sol é extremamente importante no estudo da eficiência energética na arquitetura. O tratamento dos dados climáticos pode fornecer valores de temperatura média, mínimas e máximas mais prováveis para cada período do ano, auxiliando o arquiteto a identificar o período de maior desconforto térmico e, conseqüentemente, propor sua intervenção em projeto (DUTRA; LAMBERTS; PEREIRA, 1997).

A radiação solar global é composta pela radiação direta e pela radiação indireta. A direta é aquela proporcionada pelos raios emitidos diretamente pelo Sol. A indireta é caracterizada pela parcela da radiação global que é refletida, refratada ou difundida antes de atingir determinado ambiente. Ambas desempenham importante papel no aumento dos ganhos térmicos das edificações, quer sejam ao penetrar diretamente nos ambientes através das aberturas da edificação, quer sejam através da parcela absorvida pelo envelope do edifício. O arquiteto chileno Bruno Stagno menciona que a sombra, como uma necessidade milenar, e o espaço ambíguo e simultâneo são recursos estratégicos de desenho que unidos à ventilação, à tecnologia, ao teto, aos beirais e à vegetação dão identidade cultural e caracterizam a arquitetura tropical (LA PEREZ, 2012).

Em climas tropicais, uma importante causa de desconforto térmico é o ganho de calor produzido pela absorção de energia solar que atinge as superfícies das paredes e tetos. É por isto que num projeto arquitetônico, para estes climas, as aberturas e paredes devem ser protegidas da radiação solar direta (CORBELLA; YANNAS, 2009).

2.1. O controle da radiação solar

O Sol é a maior e mais importante fonte energética natural de luz e calor. Nas regiões tropicais, a radiação solar é marcadamente intensa. Segundo Hertz (1998), “o mais problemático para as zonas quente-úmidas é o aproveitamento da luz natural para a iluminação de maneira a não criar condições de superaquecimento no espaço interior”. Nessas regiões, “o importante é conseguir um alto nível de sombra [...] impedindo a penetração dos raios solares.” Para as regiões quentes e úmidas, a necessidade primeira é combater o calor excessivo durante o verão. A associação entre ventilação natural e sombreamento se constitui na estratégia bioclimática mais adequada para edificações localizadas nessa região equatorial.

Na construção dos primeiros abrigos, no desenvolvimento da agricultura, o homem tem estabelecido uma estreita relação com o Sol. É buscando proteção em seu abrigo construído que o homem se resguarda contra as condições naturais desfavoráveis numa tentativa de dar à sua habitação uma melhor qualidade (OLGYAY, 1976).

Afirma Baker (2002), que ao tentar apreciar plenamente o sucesso do desenho das antigas civilizações é necessário entender a natureza da luz e em quais edifícios são revelados.

O Sol e sua alta incidência nas regiões tropicais e subtropicais fazem com que se reconheça como estratégia mais importante de adaptação da arquitetura a essas condições climáticas, o controle solar; seguidos pelo aproveitamento da ventilação e iluminação naturais (LA PEREZ, 2012).

Este Sol que abastece o planeta produz uma intensa luminosidade, que se encontra à disposição de seus habitantes. A arquitetura deve usar esse recurso de forma inteligente, ou seja, respeitando as características próprias do lugar, identificando e explorando adequadamente as condições de conforto ambiental; trazendo para os espaços construídos, por exemplo, o uso dos elementos de fachada de forma integrada às possíveis soluções plásticas.

Diz-se que a principal estratégia de esfriamento nos climas quentes é, definitivamente, o controle solar, e que desta forma, já que desta forma, não terá que se esfriar aquilo que não se esquentou (LA PEREZ, 2012 *apud* OLGAY, 2004).

As diretrizes projetuais, que vão definir a composição formal dos protetores solares, devem considerar outros fatores além da geometria da insolação. Estes fatores são objetivos, quanto aos materiais escolhidos, formatos, dimensões e modelos das aberturas, e se relacionam com a necessidade de iluminação e ventilação; e também subjetivos, quando se abordam aspectos relacionados com a vista da paisagem externa ou o grau de privacidade requerido pelo usuário. Nas condições climáticas das regiões tropicais, melhora-se o nível de conforto térmico com uma boa ventilação e com uma redução da absorção da radiação solar (CHING, 1998).

Fatores relacionados com a temperatura do ar, umidade e as precipitações devem ser levados em conta como elementos que interferem no conforto para atenuar as condições negativas e aproveitar os aspectos positivos oferecidos pela localização do clima (HERTZ, 1998).

O sombreamento é a estratégia chave para lograr conforto térmico no verão. O sombreamento, como parte da anulação do calor é o primeiro dos três níveis de aproximação do desenho para esfriar o edifício. O segundo é o resfriamento passivo e o terceiro é o sombreamento mecânico (LA PEREZ, 2012 *apud* LECHNER, 2001).

Os condicionantes locais: topografia, fatores climáticos, vento e radiação se integram a fatores como privacidade, segurança e paisagem, na determinação da orientação das fachadas (OLGYAY, 1976).

Deve-se maximizar a exposição da edificação aos ventos dominantes orientando corretamente o edifício e empregando alguns recursos aplicáveis à forma do edifício. O estudo da forma e da orientação na arquitetura também pode explorar a iluminação natural e evitar os ganhos de calor solar (LAMBERTS, 1997).

Dada a luminosidade da região Nordeste do Brasil, muitas edificações desprezam esse potencial de luz; tanto no controle da incidência direta, quanto no aproveitamento da luminosidade indireta, resultando em ambientes com excesso ou escassez de luz (HOLLANDA, 1976).

Considerações energéticas têm um valor e custo além da sustentabilidade. Quanto mais claramente são traçados os objetivos e controle da iluminação, mais rapidamente se alcança a eficiência pela escolha da melhor estratégia de projeto para o objetivo proposto, pelo fato de estarem interligados (TREGENZA; LOE, 1998).

Nas regiões tropicais [...] Tanto para as condições secas quanto para as úmidas, o controle da radiação direta é da mais alta importância. [...] A quantidade de radiação solar que chega à Terra tem o efeito de aumentar sua temperatura, dependendo da latitude, da inclinação da Terra, da estação do ano, do dia, da hora e do tipo de terreno (HERTZ, 1998).

Saber como utilizar os recursos da luz solar qualifica os arquitetos para elaboração de projetos comprometidos com o controle da radiação solar, através do dimensionamento de suas aberturas, do tratamento particularizado dado para cada orientação, do estudo de seus efeitos na temperatura ambiente, na ventilação e na eficiência energética das edificações, como consequências diretas e indiretas dessas intervenções. Isso permite que a Arquitetura tenha um papel preponderante no uso dessa luz: o seu aproveitamento e controle. Em algumas horas do dia e períodos do ano, essa luminosidade precisará ser evitada, por sua condição desfavorável.

Na falta de um desenho projetual para as aberturas, estas se mostram comumente mal dimensionadas e/ou associadas à orientação imprópria. Os efeitos decorrentes dessa

disposição das aberturas, concebidas segundo determinados critérios de padronização, atesta a ineficiência ao lidar com a iluminação natural.

A insolação sobre as fachadas com diferentes orientações requer protetores solares próprios para cada uma delas. A composição de elementos aliada aos bloqueios externos tais como árvores, edificações próximas e outros obstáculos favorecem o conjunto das partes envolvidas na sua diversificação plástica e controle da radiação que chega às aberturas.

Uma fachada protegida externamente reduz a transmitância total de energia de um edifício no verão, onde a prioridade energética é sempre a redução de ondas curtas da radiação solar que é o fluxo de energia dominante (EICKER *et al*, 2008).

O estudo de protetores solares e o cálculo de seu dimensionamento tomam a latitude do lugar como referência do percurso do sol a partir do observador na Terra. A função dos protetores contra a incidência solar, além de favorecer o sombreamento nas aberturas, terá um efeito estético relevante por meio da plasticidade envolvida no desenho de suas peças. Embora existam muitos outros parâmetros que devam ser levados em consideração quanto à escolha do tamanho da abertura, tais como: brilho, conforto térmico e padrão estético, estas devem ser avaliadas conjuntamente quando os dispositivos de sombreamento são parte integrante do processo de desenho (TZEMPELIKOS; ATHIENITIS, 2006).

Segundo Bogo; Pereira; Claro (2007) “a adição de obstáculos junto à abertura, como os elementos de controle solar, modifica a trajetória da luz natural transmitida, assim como sua quantidade, afetando a iluminação natural no interior das edificações”. O uso de proteções em esquadrias melhora o resultado ao proporcionar aos ambientes fechados melhor conforto ambiental.

A radiação solar, quando atinge uma superfície, transforma-se em parte numa fonte de calor e a exposição direta aos raios solares leva ao desconforto. Portanto, é óbvio que em se tratando de regiões tropicais onde a temperatura do ar é geralmente alta, deve-se pensar na proteção da radiação solar como um requisito indispensável no projeto (CORBELLA; YANNAS, (2009).

A inadequação de elementos de controle solar nas fachadas pode gerar dentro dos ambientes condições de desconforto térmico causado pelo aumento da temperatura, assim como pelo calor acumulado em suas superfícies. Um mau dimensionamento de protetores também irá ocasionar situações de ofuscamento provocado pela incidência direta da luz, situações essas que podem ser críticas a depender da hora do dia e do período do ano. Em

contrapartida, a dimensão correta e posicionamento das aberturas completam a função do controle dessa radiação solar.

Desde as primeiras etapas da concepção dos projetos, ignora-se a adequação ao clima. Há uma tendência a se desenhar espacial, formal e estruturalmente a edificação, e depois adicionar correções que minimizem os problemas ambientais, ou em alguns casos, prescindir destas correções. As propostas arquitetônicas atuais perderam a referência com os princípios que sustentaram a produção arquitetônica dos anos 1950 e 1960. Hoje se constroem edificações com tecnologias, materiais diferenciados e paradigmas de desenho importados de outras latitudes. Estas “criações”, incompatíveis com o clima local, provocam um elevado consumo de combustíveis fósseis pelo uso do ar condicionado, afetam o meio ambiente, a economia, o conforto e a saúde das pessoas (LA PEREZ, 2012).

É adequado um dimensionamento de janela para cada orientação, com base em alguns critérios de prioridade. O tamanho da janela pode ser expresso na relação: janela, parede, radiação (*window, ratio, radiation*). Três fatores são considerados para a proporção das aberturas, a saber: (i) a capacidade de fornecer a iluminação adequada ao ambiente; (ii) a redução da demanda de energia elétrica; (iii) o impacto do aquecimento e consumo de energia para o resfriamento (TZEMPELIKOS; ATHIENITIS, 2006).

Segundo Hertz (1998), para um clima quente, um edifício requer um nível de resfriamento rápido em suas superfícies. Dada à forte influência na volumetria da edificação, os projetos devem trazer uma linguagem conceitual que explore o potencial plástico desses componentes alinhado ao efeito estético produzido.

O sombreamento é fator integrante no processo de projeto de aberturas para edifícios comerciais e de escritórios como fator de equilíbrio entre os níveis de iluminação natural e a redução dos ganhos solares (TZEMPELIKOS; ATHIENITIS, 2006).

A localização e orientação de uma janela [...] podem ser mais importantes do que seu tamanho na determinação da qualidade da luz do dia que um recinto recebe. Na prática profissional sabe-se que o tamanho de abertura de um plano de parede depende de vários fatores além da passagem da luz, tais como a visibilidade interior e exterior, o controle de elementos naturais como chuva e o vento, privacidade e segurança. [...] O padrão de sombra projetado pela luz do dia nas fachadas depende da forma e tipologia das aberturas presentes nessa fachada (CHING, 1998).

É através do desenho de tramas, malhas e texturas aplicadas aos componentes que moldam a “pele” de uma edificação, que o traço da arquitetura pode preservar a interação entre a luz interior e exterior. A fim de aliviar o consumo de energia face à construção sustentável, é necessário o desenho passivo de dispositivos e considerações do entorno para o conforto interno dos ambientes. O envelopamento, que é a interface entre o

exterior e o interior dos edifícios, determina os ganhos de calor e térmico internos. De modo geral, boas configurações de dispositivos de sombreamento fazem ajustar o desenho da forma e profundidade para se adaptar à orientação de fachada e tamanho de abertura. No entanto, a avaliação de impacto de dispositivos de sombreamento para o conforto térmico há de levar em consideração a carga de refrigeração, iluminação natural, eficiência e controle de ventilação (CHENG; LIAU; CHOU, 2013).

A fachada possui a função de filtrar a luz para o interior das edificações, canalizá-la através de suas aberturas ou expandi-la pela transparência, proporcionando uma relação permanente entre o espaço exterior e o espaço contido do edifício. A intensidade e a direção da luz irradiada pelo sol são razoavelmente previsíveis. É possível prever esse impacto visual sobre as superfícies, forma e espaço de um recinto, com base no tamanho, na localização e orientação de janelas (CHING, 1998).

É preciso entender que o controle da luz natural abrange toda uma gama de possibilidades plásticas. O conceito subjetivo inerente ao desenho projetual, vai revelar objetivamente sua eficácia submetido aos efeitos da geometria do sol. Pela diversificação das soluções tipológicas, o domínio da luz natural que chega aos espaços internos não pode ser pensado de forma restritiva.

Elementos de proteção solar, combinados com peças ortogonais ou oblíquas, horizontais e verticais, angulares e seccionadas permitem diversas configurações geométricas, como pode ser ilustrado na figura 1.

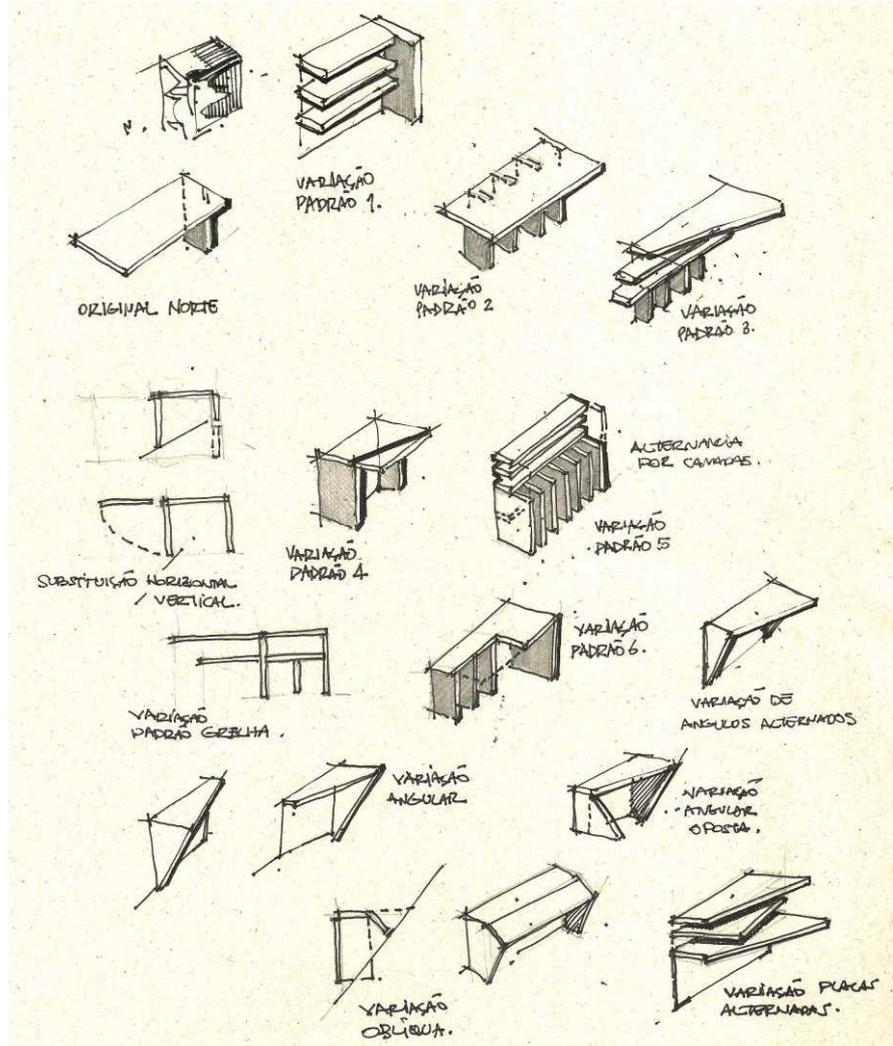


Figura 1. Variação dos padrões formais dos elementos de proteção solar.

Fonte: Ilustração do autor.

3. A GEOMETRIA DA INSOLAÇÃO

O conhecimento da geometria da insolação em um determinado local representa um importante instrumento de projeto e de sua correta aplicação depende, em boa parte, o desempenho térmico da edificação (FROTA, 2004). Essa geometria determina os ângulos visíveis do caminho do sol, projetado nas edificações para diferentes lugares.

Após períodos nos quais se tentou conscientizar as pessoas de que toda arquitetura deve ser "bioclimática" e ecológica, mais recentemente as questões relacionadas à "sustentabilidade" vêm sendo utilizadas como suporte para que os problemas relativos à geometria da insolação passem a ser considerados relevantes (FROTA, 2004).

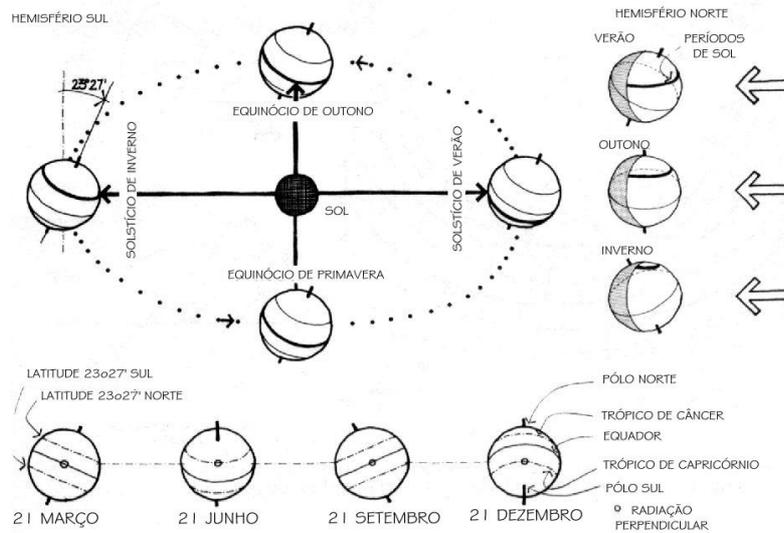


Figura 3. Órbita da Terra em torno do Sol.

Fonte: Adaptado de BARDOU & ARZOUUMANIAN (1984).

3.2. Altura Solar e Azimute

A direção dos raios solares num dia e horário determinados pode ser definida por dois ângulos: o azimute e a altura solar, descritos a seguir:

Altura solar (γ_s): Ângulo entre o raio do sol e o horizonte, do ponto de vista do observador. É obtido em função da hora do dia, da época do ano e da latitude e longitude geográfica do local considerado (OLGYAY, A; OLGAY, V. 1957).

Azimute solar (α_s): Ângulo entre o norte geográfico e o plano vertical que passa pelo centro do sol, do ponto de vista do observador e com vértice neste, estando compreendido entre $0^\circ \leq \alpha_s \leq 360^\circ$, medido a partir do Norte no sentido horário (OLGYAY, A; OLGAY, V. 1957).

3.3. A carta solar e sua representação estereográfica

A carta (ou diagrama) solar é uma ferramenta gráfica contendo a projeção, num plano horizontal, das trajetórias solares nos diversos períodos do ano. É utilizada para identificar as características da insolação incidente nos diversos planos de uma edificação, bem como para conhecer o sombreamento produzido por obstáculos localizados no entorno dessa edificação. É usada ainda para se definir um determinado período do dia e do ano onde se deseja obstruir a incidência da radiação direta nos ambientes internos, assim como

para determinar os ângulos horizontais e verticais nos quais os elementos de proteção solar devem formar com o plano das aberturas a serem sombreadas (FROTA, 2004).

As projeções das trajetórias aparentes do Sol nas cartas solares podem ser de várias naturezas (ortográfica, estereográfica, equidistante ou gnomônica), para tornar coplanares às informações tridimensionais (OLGYAY, A; OLGAY, V. 1957).

3.4. Máscaras Solares

A máscara de sombra é a representação gráfica das partes da abóbada celeste que estarão obstruídas pelos protetores solares e pelos objetos existentes no entorno da edificação. São importantes instrumentos gráficos utilizados na concepção de componentes arquitetônicos de sombreamento (brises, varandas, beirais, etc.) e redirecionamento da luz solar nas edificações (FROTA, 2004).

Obstáculos que venham impedir a incidência direta do sol, que criem uma interferência parcial ou total nas aberturas, quando incorporados ao próprio edifício, são denominados elementos de controle solar (ECS) (VIANNA; GONÇALVES, 2001).

Esses dispositivos permitem controlar a iluminação natural, ventilação e ganho solar (KENSEK; NOBLE; SCHILER; SETIADARMA, 1996).

3.5. Gráficos auxiliares para traçados de máscaras

A eficiência dos protetores solares é sempre representada através da máscara de sombra, traçada pelo ângulo transferidor para indicar todas as posições do sol relativas à abertura, na qual os dispositivos serão ativos ou inativos. As durações parciais ou completas de sombreamento podem ser determinadas pelo uso da geometria solar, ou sobrepondo o diagrama do traçado do sol.

As linhas curvas que tendem ao paralelismo no sentido horizontal representam as projeções das alturas solares. Para uma proteção horizontal infinita as linhas se igualam à zero na linha do horizonte nas extremidades esquerda e direita. Estes ângulos são identificados como ângulos alfa (α). A marcação de seus ângulos é feita na linha vertical perpendicular ao plano de abertura, conhecido como linha “normal”. Varia de 0° a 90° (VIANNA; GONÇALVES, 2001).

As linhas curvas que convergem para a linha perpendicular no eixo vertical do gráfico representam as projeções verticais projetados na abóbada celeste. São identificados como ângulos gama (γ), e tem a função de interromper a obstrução da insolação para peças horizontais e verticais finitas. A marcação de seus ângulos ocorre no eixo horizontal partindo das extremidades ao centro da figura. Suas medições esquerda e direita variam de 0° a 90° (VIANNA; GONÇALVES, 2001).

As linhas radiais que tem como ponto de convergência o centro da figura representam as projeções no plano do observador da obstrução causada por elementos verticais. Estes ângulos são identificados como ângulos beta (β). Seus ângulos são marcados seguindo a rotação angular, varia em 180° para este gráfico específico (VIANNA; GONÇALVES, 2001). Ver figura 4.

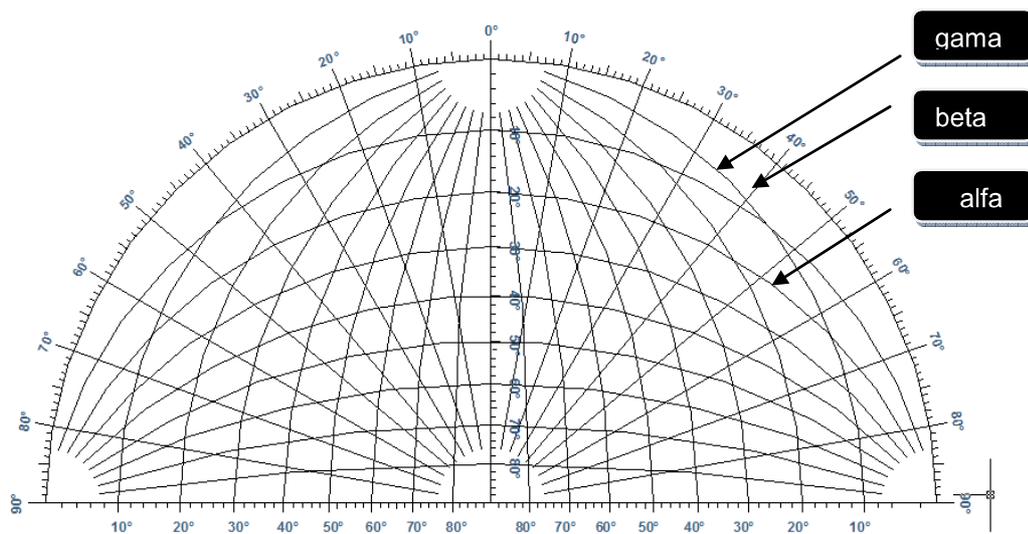


Figura 4. Gráfico Auxiliar para o traçado de máscaras (180°).

Fonte: FROTA & SCHIFFER (1988).

3.6. Tipos de protetores

Um dispositivo de sombreamento ideal é que se espera para a exclusão da radiação solar nos períodos de superaquecimento, e admiti-la durante os períodos menos aquecidos. Isto pode ser diretamente alcançado através do uso de protetores solares móveis ou ajustáveis. Ademais, estes não são considerados elementos arquitetônicos, mas podem ser adaptados (*retrofit*) para qualquer edificação. Por outro lado, a devida seleção dos protetores pode ser percebida, até certo ponto, através da incorporação dos dispositivos de proteção fixos (EL-REFAIE, 1987).

3.6.1. Protetores horizontais, fixos e móveis

Os protetores solares ou quebra-sóis variam quanto ao movimento, podendo ser móveis ou fixos. Quanto à posição que ocupam nas fachadas podem ser verticais, horizontais e mistos.

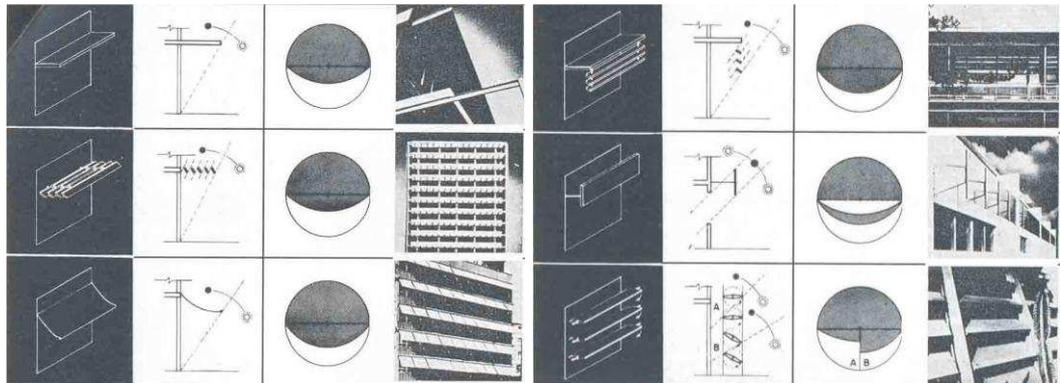


Figura 5. Máscaras de sombreamento para brises horizontais.

Fonte: OLGAY (2004).

Os brises horizontais impedem a entrada de raios solares através da abertura a partir do ângulo de altitude solar.

Os protetores horizontais são mais eficientes nas horas do dia em que o sol está mais alto e menos eficientes no pôr do sol. A sua utilização para impedir a entrada dos raios de menor inclinação, como o pôr do sol, resulta na obstrução da visibilidade ao exterior, redução da luminosidade e da ventilação (BITTENCOURT, 2004).

3.6.2. Protetores verticais, fixos e móveis

Os brises verticais impedem a entrada de raios solares através da abertura a partir do ângulo de azimute solar.

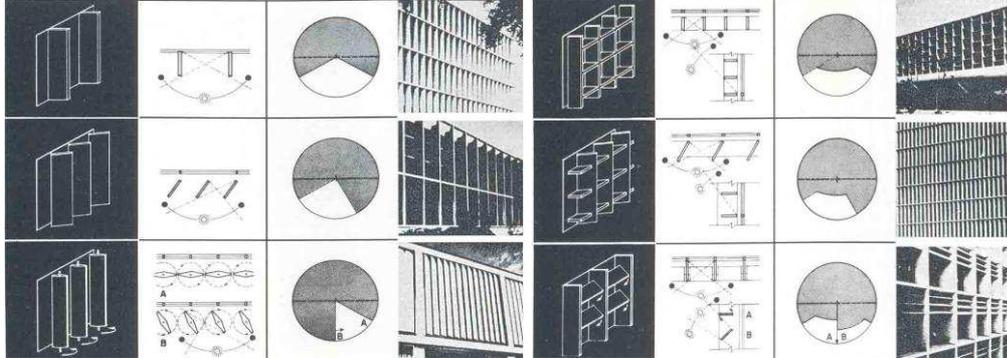


Figura 6. Máscaras de sombreamento para brises verticais e mistos.

Fonte: OLGAY (2004).

Como afirma Bittencourt (2004), “os protetores solares verticais são indicados quando se deseja proteger as incidências de radiação solar oblíquas à fachada. Quando a insolação é perpendicular à fachada, o protetor vertical fixo tem pouca eficácia, como é o caso das fachadas Leste e Oeste nos locais de baixa latitude”.

As proteções solares verticais são elementos cuja dimensão preponderante está em um eixo longitudinal vertical, podendo constituir-se por placas de topo ou inclinadas em relação à fachada. Como nas proteções horizontais, o número de elementos, suas dimensões lineares e formas não determinam seu desempenho. O arquiteto, mesmo tendo definido certo ângulo de sombra horizontal necessário, terá sempre vasta gama de opções geométricas para adequar suas intenções construtivas plásticas (FERNANDES, 1994).

A repetição dos elementos de proteção nas fachadas vai gerar tramas diversas, principalmente pelo efeito ótico causado pelo afastamento entre as peças. Um padrão de malha unifica as superfícies da composição tridimensional (CHING, 1998).

3.6.3. Protetores mistos e suas variantes

Protetores mistos são os que combinam os eixos horizontais e verticais, em planos oblíquos ou não, e quaisquer composições de peças de proteção nas fachadas. São comumente encontrados nas tramas de componentes horizontais e verticais por se ajustarem a maior parte das situações para bloqueio pleno da incidência direta.

Um conjunto de verticais e horizontais introduz o princípio de tensões contrárias em equilíbrio. A vertical expressa um força de considerável importância: o impulso gravitacional. A horizontal colabora produzindo uma sensação primária: a estabilidade do plano; a concorrência entre ambas cria uma sensação de satisfação, talvez por simbolizar a experiência humana do equilíbrio total de manter-se em pé sobre o solo (BAKER, 1989). Ver figura 50.

3.6.4. *Brise-soleil*

O *brise-soleil*, palavra francesa que significa quebra-sol, é uma boa opção para barrar parte da incidência solar, principalmente quando em orientações perpendiculares à incidência do sol não se consegue a proteção necessária.

Este elemento arquitetônico é também um dos mais expressivos em termos bioclimáticos, pois atua diretamente numa das estratégias de resfriamento passivo mais importante para os climas do Brasil, o sombreamento. Seu uso é, no entanto, muitas vezes desprovido de qualquer ciência em relação ao seu funcionamento e adequação ao contexto local. Vários erros são detectados nos projetos de *brises*, o mais comum é a definição do mesmo tipo de proteção para todas as fachadas, por simples necessidade de padronização (DUTRA; ANDRADE, 2007). Ver figura 21.

Os critérios de sombreamento com *brise-soleil* chegaram à América Latina graças ao arquiteto franco-suíço Le Corbusier, onde o edifício do Ministério de Educação e Cultura do Rio de Janeiro converteu-se em paradigma (LA PEREZ, 2012). Ver figura 12.

[...] No Brasil, o primeiro projeto a utilizar o *brise-soleil* foi o emblemático edifício Gustavo Capanema (1936-1945), no Rio de Janeiro, projetado pelos arquitetos Lucio Costa, Carlos Leão, Oscar Niemeyer, Affonso Eduardo Reidy, Ernani Vasconcellos e Jorge Machado Moreira. [...] Em São Paulo, sua utilização mais famosa se dá no COPAN (1951-1966), projetado por Niemeyer (CORBELLA; YANNAS, 2009).

O *brise-soleil* pode ser interno ou externo. Um exemplo de brise interno é a persiana. Os brises internos são brises móveis e os externos podem ser móveis ou fixos.

Tanto os brises internos quanto os externos adotam em sua malha enquadramentos horizontais e verticais.

Muitas vezes, na tentativa de controlar os ganhos de calor, opta-se por um sistema de *brise-soleil* que reduz em demasia o aproveitamento da luz solar, resultando na necessidade de manter o sistema de iluminação artificial ligado mesmo em dias e horários de grande disponibilidade de luz natural. Uma alternativa de *brise-soleil* horizontal que pode ser utilizada é a que também funciona como prateleira de luz – *light-shelf*, que como qualquer outra solução, deve ser devidamente estudada quanto aos aspectos geométricos, materiais e propriedade das cores (FROTA, 2004).

Dispositivos de arquitetura como *brise-soleil* e tetos-jardins são apenas diferentes partes de uma relação integral com o clima. Como resultado, ambos os desenhos e construção foram definidos a partir de uma base científica, os quais se tornaram um núcleo de arquitetura adaptada para o meio-ambiente (REQUENA-RUIZ, 2012).

3.6.5. Cobogós

Os cobogós são elementos arquitetônicos que garantem a privacidade enquanto permitem a ventilação natural e iluminação. O dimensionamento da trama, equacionando cheios e vazios vai ser responsável pela iluminação que chega ao interior dos ambientes.

Os cobogós, muitas vezes utilizados como intenção de se obter ventilação permanente, funcionam como sombreadores e são geralmente compostos de elementos horizontais e verticais, e às vezes, com partes ou até totalmente oblíquos (FROTA, 2004).

Edifícios do Parque Guinle são exemplos onde foram consideradas estratégias de controle solar e ventilação cruzada para a obtenção de melhor conforto térmico. Os edifícios com fachadas voltadas para a orientação Oeste receberam a proteção de cobogós (CORBELLA; YANNAS, 2009). Ver figura 7.



Figura 7. Edifícios no Parque Guinle, Laranjeiras, RJ. Projeto: Marcelo, Milton e Maurício Roberto (1950).

Fonte: Acervo do autor.

Os cobogós funcionam como miniaturas de protetores mistos, que agrupados numa pequena escala, reproduzem a mesma eficiência de proteção. A trama dos mesmos, vista a certa distância, a depender do modelo, pode trazer variações óticas interessantes. Ver figura 8

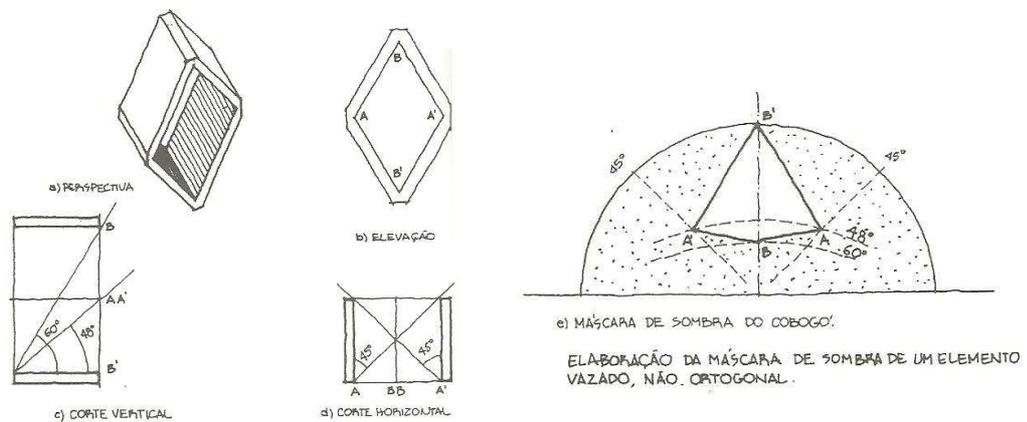


Figura 8. Cobogó. Máscara de sombra.

Fonte: BITTENCOURT (2004).

4. A COMPOSIÇÃO ARQUITETÔNICA

Uma linha é uma cadeia de pontos unidos que indica posição e direção, possui uma energia que por ela viaja, alcançando máximos em seus extremos; leva implícita a velocidade e ativa o espaço que a rodeia. Pode, até certo ponto, expressar emoções, por exemplo. A linha fina é geralmente associada com a audácia, a linha reta, com a força e a estabilidade, e a linha zigzagueante com a excitação (BAKER, 1989).

“A textura e a cor afetam o peso visual e o grau que um plano reflete a luz. Padrões óticos direcionais podem distorcer as proporções de um plano” (CHING, 1989). Ver figura 9.

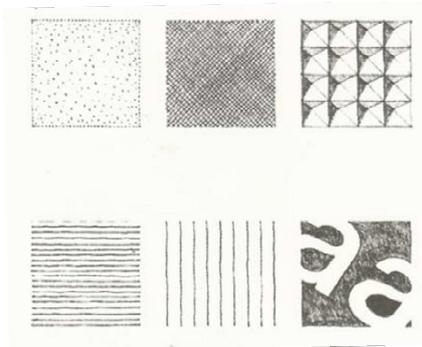


Figura 9. Padrões óticos e textura.

Fonte: CHING (1989).

Sentenciou Ben Shahn: “Forma é a configuração visível do conteúdo”. A “configuração” contém princípios com os quais o material visual que os olhos percebem se organizam de modo que a mente possa captar. Ou seja, a configuração nos informa sobre a natureza das coisas através de sua aparência externa. A forma sempre ultrapassa a função prática das coisas encontrando em sua configuração aspectos como leveza, força, equilíbrio, proporção. Na composição, temos o sistema cartesiano que relaciona as linhas horizontais e verticais (ARNHEIM, 1980). “O padrão de aberturas e cavidades interrompe a continuidade dos planos das paredes externas” (CHING, 1989). Ver figura 10.

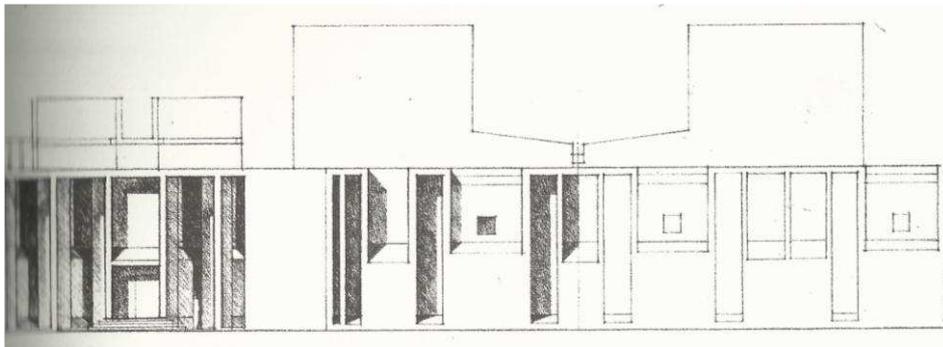


Figura 10. Primeira Igreja Unitária, Rochester, Nova York, 1956-67, Louis Kahn.

Fonte: CHING (1989).

“A linha reta é uma abstração do pensamento humano, haja vista esta ocorre raramente na natureza” (ARNHEIM, 1980).

Peter Eisenman toca no tema da retícula tridimensional cartesiana, qualificando-a como “a referência absoluta da forma arquitetônica, seja genérica ou específica”. Acrescenta que a retícula composta por linhas verticais e horizontais têm relação com a força da gravidade e que “tudo, seja natural ou artificial está unido a esta retícula” (BAKER, 1989). A forma tridimensional das aberturas cria uma textura de luz, tonalidade e sombras (CHING, 1989). Ver figura 11.

A forma arquitetônica, a saber, apresenta seu estado original e específico quando assume finalidade depois de receber uma manipulação e uma organização que satisfaçam as exigências funcionais do programa, assim como os limites concretos e as possibilidades do lugar (BAKER, 1989).

Dentre as várias teorias que explicam a prática e estabelecem paradigmas do pensamento arquitetônico vale ressaltar o que Nesbitt explica: “a estética proporciona critérios de beleza, entre os quais está a proporção, a ordem, a unidade e a adequação, considerados indissociáveis na arquitetura e associados à tríade vitruviana.” [...]. Como afirma Alberti que a arquitetura deve imitar a natureza de modo que nenhuma das suas partes possa ser retirada ou acrescentada sem que comprometa a qualidade do todo, [...] na abordagem fenomenológica, a qualidade sensorial dos materiais ganha significação simbólica. Na semiótica, Humberto Eco sustenta que os signos arquitetônicos comunicam funções por um sistema de códigos e convenções. Na metodologia estruturalista tem-se que “a verdadeira natureza das coisas não está nas coisas em si, mas nas relações construídas e percebidas entre elas” (NESBITT, 2006).

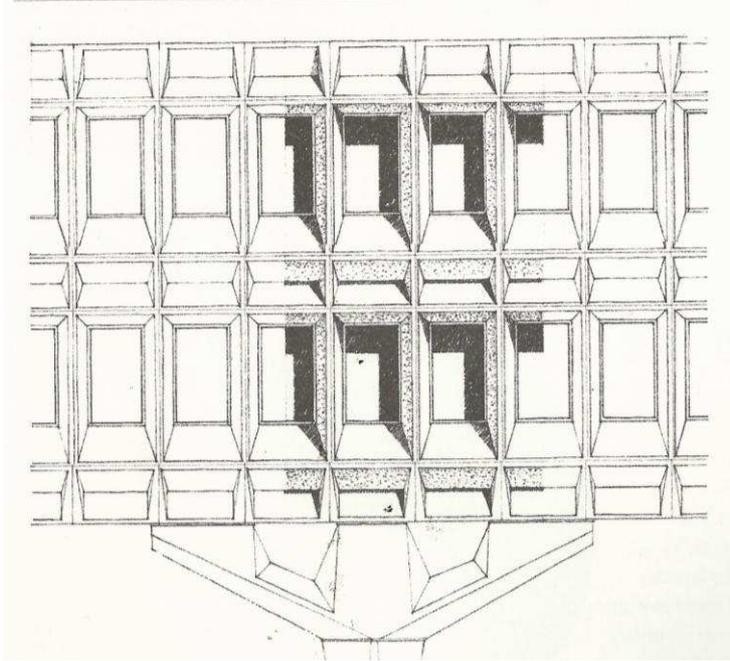


Figura 11. Centro de Pesquisas da IBM, La Guade, Var, França, 1960-61, Marcel Breuer.

Fonte: CHING (1989).

Em meio à variedade de composições geométricas, estas podem relacionar-se por suas equivalências, como respostas para igual sombreamento nas suas aberturas. Através da superposição de elementos, da distribuição vertical e horizontal, da repetição de formatos, é possível a obtenção de diferentes padrões plástico-formais. Pelo desenho de seus componentes de fachada é admissível trazer a proposta de controle de luz natural integrado ao projeto de arquitetura.

O projeto pode apresentar uma autêntica exibição de planos como na obra de Le Corbusier, uma proclamação de volumes nos projetos de Alvar Aalto, ou uma justaposição de planos nas obras de Mies van der Rohe. Não obstante as possibilidades do aço foram os grandes prismas envidraçados e as mudanças de visão espacial impostas pela arte moderna que tornaram decisivas as obras deste último (BAKER, 1989).

Muitas vezes, elementos de fachada são projetados de forma ineficaz, sendo na maioria dos casos concebidos apenas como recursos estéticos, o que demonstra uma falta de domínio da geometria solar. Outras vezes, é ignorado o sombreamento proporcionado pela vegetação externa, ou pela volumetria de seu entorno. Por vezes, essa volumetria cria máscaras de obstrução solar, que interferem também na intensidade da luz natural que chega aos ambientes internos das edificações. O domínio dessa instrumentação abre um vasto leque de soluções arquitetônicas formais e tipológicas.

A uniformidade das fachadas, quanto à sua textura, geralmente não traduz uma eficácia quanto ao sombreamento, haja vista que cada fachada necessita de uma proteção específica. Muitos grandes arquitetos compreenderam que os dispositivos de sombreamento eram a prática central da arquitetura porque eles não somente solucionam o problema funcional, mas também provocam uma expressão estética muito forte (LA PEREZ, 2012).

“Estudemos cuidadosamente a insolação das fachadas, identificando os caminhos do sol sobre nossas cidades durante o ano, para desenharmos proteções eficientes” (HOLANDA, 1976).

5. PROTETORES SOLARES NAS EDIFICAÇÕES E SUAS CONFIGURAÇÕES

Protetores solares são componentes que podem ter seu desenho simplificado em linhas horizontais, verticais ou mistas. São elementos que se distribuem no plano de fachada, criando efeitos visuais diferenciados. Padrões óticos desproporcionados ou direcionais podem distorcer o formato ou exagerar as proporções de um plano (CHING, 1998).

Esses, por sua vez, podem traduzir a identidade arquitetônica numa linguagem que integra beleza e eficiência. São linhas definidas, contrapontos formais gerados por necessidades funcionais. No caso dos protetores solares: necessidades de sombreamento. O atendimento a uma adequada geometria solar não impede que haja a intenção de se estabelecer ritmo nem proporcionar variados significados plásticos. As composições arquitetônicas, por sua natureza e durabilidade, tendem à ordem e à simetria, ou alternativamente, ao equilíbrio dinâmico de elementos contrapostos. Assim como uma sinfonia consta de vários movimentos diferenciados que se relacionam entre si, a Arquitetura, apesar de ser percebida comumente em sua totalidade, se compõe de várias partes conexas que se convertem numa sequência de experiências quando o observador se movimenta em torno do edifício (BAKER, 1989).

A proteção das aberturas externas torna-se imprescindível nos trópicos para a criação de ambientes amenos e a redução do consumo de energia com refrigeração e iluminação artificiais. As vantagens econômicas dessas proteções ficam evidenciadas na comparação dos custos do edifício ao longo de sua vida (HOLANDA, 1976).

“As estratégias de projeto arquitetônico e as estratégias para o aproveitamento da luz natural são inseparáveis: a luz natural não somente substitui a luz artificial, reduzindo o uso de energia, mas também influencia nas cargas de aquecimento e resfriamento.”

Equilibrar o uso complementar da iluminação natural e artificial favorece o bom desempenho da edificação (AMORIM, 2006).

Na fase inicial do projeto arquitetônico, é importante identificar a necessidade dos elementos de proteção solar em determinadas fachadas. Considerar as obstruções externas como elementos complementares de proteção às aberturas irá proporcionar uma racionalidade no uso desses componentes, propriamente ditos. Essa economia de material será bastante significativa, principalmente para grandes edificações.

Isso permite que a arquitetura tenha um papel preponderante no uso dessa luz: o seu aproveitamento e controle. Em algumas horas do dia e períodos do ano, essa luminosidade precisará ser evitada, por sua condição desfavorável.

5.1. Algumas referências arquitetônicas no Brasil

A Arquitetura Moderna brasileira foi precursora e primeira criadora de sistemas de proteção solar no início do Movimento Moderno (RIVERO, 1985).

Por uma forte influência do Movimento Modernista, em meados do século XX, a Arquitetura Brasileira apresenta edificações que trazem em suas fachadas elementos de controle solar tratados na textura de seu envelopamento, na volumetria de suas elevações, e na identidade plástica de seus modelos; uma preocupação responsável com a consciência ambiental.

A manifestação dessa expressividade guarda estreita relação com o condicionante climático das regiões onde se inserem, contemplando adequadamente as questões de sombreamento e iluminação natural, estratégias importantes para o clima quente dos trópicos.

As edificações a seguir serão descritas tendo como foco o padrão de textura aplicado à volumetria das mesmas.

5.1.1. Palácio Gustavo Capanema

Na obra de Le Corbusier, as volumetrias tencionam-se dentro de uma retícula ortogonal, tanto ele quanto Richard Meyer usam dessa retícula para submeter a organização dos elementos a uma disciplina (BAKER, 1989).

Como pesquisa de soluções para o clima, Le Corbusier, apesar de utilizar o conceito da estrutura que cobre todo o edifício, foi o *brise-soleil*, o recurso de controle solar que mais influenciou o Movimento Moderno e no qual se atribui sua criação, referindo-se ao Palácio Gustavo Capanema, antigo MEC (Ministério da Educação e Cultura). Na figura 12 temos que a fachada Norte se resolve à base de *brise-soleil* em toda sua superfície, baseado nos estudos no *muxarabi* árabe e sua evolução nos cobogós brasileiros. Os cobogós, depois de seu emprego na arquitetura produzida em Recife durante a década de 1930 por Luís Nunes, tiveram uma grande aplicação nas obras de arquitetos modernos brasileiros, como Lúcio Costa (Parque Guinle no Rio de Janeiro 1948-1954), Oscar Niemeyer (Pampulha de Belo Horizonte, 1940) e Affonso Reidy (Conjunto do Pedregulho no Rio de Janeiro, 1955) (LA PEREZ, 2012).



Figura 12. Palácio Gustavo Capanema. RJ. – Fachadas Norte e Sul. Projeto: Lucio Costa e Equipe (1936).

Fonte: Acervo do autor.

Como analisa Corbella; Yannas (2009): As paredes Leste e Oeste, com áreas menores, estão totalmente fechadas. A parede Norte está coberta por *brise-soleils* horizontais móveis, entre planos verticais fixos, o que constitui uma das características principais do prédio. A parede Sul está formada por uma lâmina contínua de vidro simples, sem proteção.

Um marco da Arquitetura Moderna Brasileira, projetado por Lucio Costa e sua equipe. Localizado no Rio de Janeiro, torna-se um dos primeiros exemplos da utilização de proteção solar e interação com o clima em projetos do período do “Modernismo Brasileiro”

(CORBELLÀ; YANNAS, 2009). A colocação do conjunto de *brise soleil* na fachada foi disposta mantendo-se um afastamento em relação ao plano da edificação, que permitiu a livre circulação do ar em toda a fachada, dificultando a transmissão de calor para o interior.

5.1.2. Edifício da Associação Brasileira de Imprensa (ABI)

Os padrões lineares têm a capacidade de enfatizar a altura e o comprimento de uma forma, unificar suas superfícies e definir a qualidade de sua textura (CHING, 1998).

O edifício da ABI (Associação Brasileira de Imprensa) utilizou brises inclinados na fachada Oeste, e repetiu a configuração para uma fachada adjacente. A desvantagem aqui presente é a perda da visibilidade devido aos brises serem fixos. Brises móveis seriam mais adequados. Ver figura 13.



Figura 13. Edifício da Associação Brasileira de Imprensa (ABI). RJ. Projeto:Marcelo e Milton Roberto (1936).

Fonte: Acervo do autor.

“Este edifício tem o prestígio de ser um dos pioneiros no uso de proteção solar” (CORBELLÀ; YANNAS, 2009).

5.1.3. Congresso Nacional

As torres simétricas do Congresso Nacional apresentam suas maiores faces na orientação Norte-Sul, possuem brises verticais móveis em todo o plano de fachada. As faces internas da torre são sombreadas pela torre oposta devido à proximidade entre ambas. Pela

escala das peças ao longo das fileiras de andares é formada uma textura visual interessante, pela disposição aleatória do posicionamento das centenas de peças. A eficiência dos brises móveis se mostra presente sem comprometer a plasticidade do conjunto, pois dada a escala dessa variação e da proporção em relação ao plano de fachada, nota-se uma uniformidade ótica que valoriza a retidão de sua geometria. Com a utilização correta dos protetores, forma (plasticidade) e função (eficiência de proteção solar), estes trabalham de forma conjugada, fruto do traço de Niemeyer e do legado de Le Corbusier. Ainda sobre as fachadas Norte e Sul, painéis uniformes alteram seu padrão de textura pela articulação de suas peças móveis. Ver figura 14.



Figura 14. Congresso Nacional – DF. Projeto: Oscar Niemeyer (1960).

Fonte: Acervo do autor.

O sistema *brise-soleil* vertical é composto por placas verticais, que devem ser devidamente estudados e dimensionados, pois são aplicáveis conforme a latitude, a orientação das fachadas e a presença de elementos externos que são pré-requisitos do seu funcionamento, como sombreadores eficientes (FROTA, 2004).

5.1.4. Edifício Oscar Niemeyer

O edifício Oscar Niemeyer, no centro de Belo Horizonte, é um ícone da cidade. A edificação de forma sinuosa é margeada por brises horizontais contínuos e paralelos ao volume do prédio. O arquiteto optou pela trama uniforme em todo o perímetro do edifício. A uniformidade confere beleza plástica ao projeto mas limitou-se à regularidade da extensão das marquises, quando estas poderiam ter suas variações em profundidade guiada pela necessidade de proteção ao longo do corpo da edificação. Um desenho interessante ocorre

no encontro das marquises com a torre de escada, a silhueta das marquises diminui e decresce progressivamente sua profundidade até encontrar-se com o volume vertical. Tecnicamente isso reduziria a proteção solar, mas nesse momento a torre funciona como um brise vertical que complementa a zona de proteção. Ver figura 15.

“Os recursos lineares de sombreamento acentuam a horizontalidade da forma arquitetônica” (CHING,1998,p.88). “A maneira como elementos retilíneos afetam a textura de uma superfície dependerá de seu peso visual, espaçamento e direção” (CHING,1998,p.13).



Figura 15. Prédio Oscar Niemeyer – MG. Projeto: Oscar Niemeyer (1954).

Fonte: Acervo do autor.

5.1.5. Edifício COPAN

Segundo Corbella; Yannas, “a estética do edifício é marcada pela forma curva, seguindo o perímetro irregular do terreno e as linhas dos quebra-sóis na fachada projetada para o Norte” (2009). A proteção contínua do brise destaca a volumetria através da textura de suas linhas paralelas.

Visualmente, “retas paralelas tem a capacidade de descrever um plano, quanto mais próximas essas retas se encontram umas às outras, mais intensa será a sensação de plano que transmitem, essa proximidade faz o plano definido ser real e os vazios entre as retas meras interrupções da superfície plana” (CHING,1998,p.14). Ver figura 16.

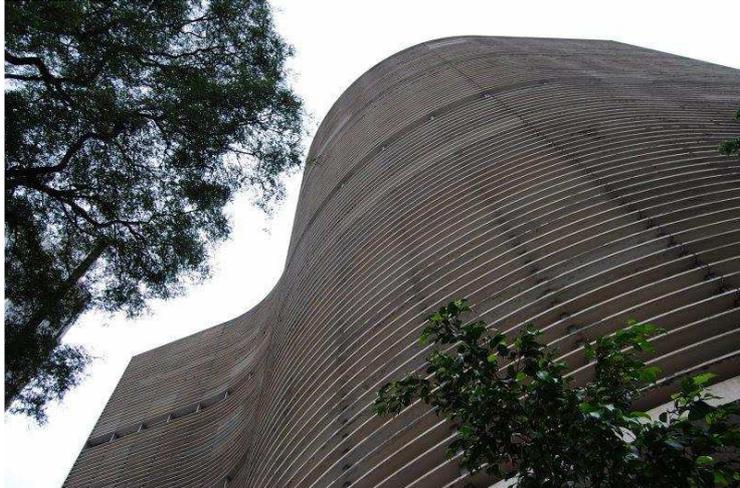


Figura 16. Edifício COPAN – SP. Projeto: Oscar Niemeyer (1951).

Fonte: Acervo do autor.

5.2. Estudos de Casos em Aracaju - SE

5.2.1. Edifício Banco do Brasil

Essa edificação localiza-se na rua Baltazar Góes, no centro da cidade. A Figura 17 simula o sombreamento da fachada de orientação Norte no solstício de inverno e no solstício de verão, em dois períodos do dia.

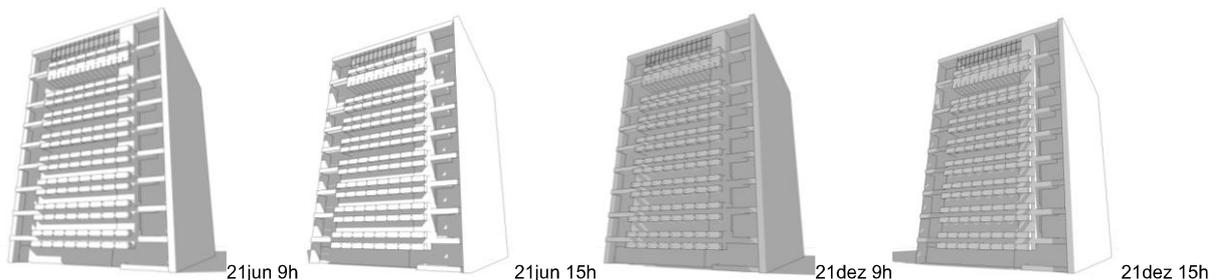


Figura 17. Simulação computacional de sombreamento.

Fonte: Acervo do autor.

Aqui fica caracterizada a intenção projetual, integrando uma eficiência de proteção com recursos plásticos do edifício.

A fachada da figura 18 identifica o jogo de luz e sombra representado pelas vigas frontais que avançam sobre o plano principal do prédio. A orientação dessa elevação é Norte - Noroeste, o momento desse registro é o solstício de inverno. A composição dos elementos marca as superfícies envidraçadas, que aparecem escuras e recuadas, pois se encontram protegidas da radiação direta.

Quanto à plasticidade, constata-se uma valorização dos elementos que atuam como marquises e que apresentam uma diagramação espaçada, intercalada entre os níveis

dos pavimentos. Nas extremidades laterais dessa fachada, painéis fechados do lado direito e envidraçados do lado esquerdo destacam o conjunto duplo de marquises que estabelecem o ritmo da composição principal, coroados pelo menor espaçamento desse conjunto na parte superior. Os meses de março e abril são os períodos do ano em que a fachada se mostra mais exposta. No solstício de verão, quando a temperatura se encontra mais elevada, a fachada encontra-se totalmente protegida. A edificação constitui-se em um exemplo eficaz no que se refere à máscara de sombra gerada pelos elementos de proteção e estudo detalhado de sua plasticidade.



Figura 18. Edifício Banco do Brasil – SE. Projeções de sombra de uma fachada com orientação Norte-Noroeste.

Fonte: Acervo e ilustração do autor.

5.2.2. Edifícios Institucionais

O Edifício do Instituto Nacional de Seguridade Social (INSS) localiza-se na Avenida Doutor Carlos Firpo nº 203, Centro. Possui forma regular, ortogonal e simétrica. Utiliza o recurso dos brises mistos na fachada Oeste para bloquear a incidência da radiação mais intensa do período vespertino. Composição que se assemelha à solução proposta para o edifício Palácio Gustavo Capanema no Rio de Janeiro, mantidas às devidas proporções, por incorporar os mesmos atributos formais. A fachada Oeste possui brises horizontais à meia altura das janelas a partir da metade superior, estes são interceptados por perfis verticais sobrepostos à fachada que completam o conjunto de peças na proteção contra a radiação

solar. A fachada Leste não possui nenhuma proteção pra bloquear o sol da manhã. Observa-se nesta última a radiação em excesso da fachada desprotegida.

A tipologia arquitetônica segue a escola LeCorbusiana. Com linhas ortogonais e janelas em fita, elementos mistos compõem o jogo de brises na orientação poente. Ver figura 19.

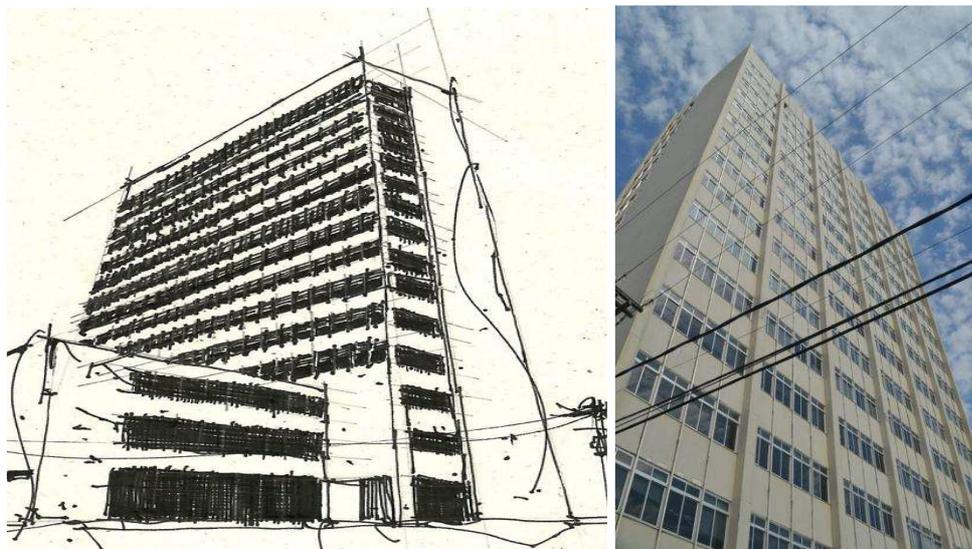


Figura 19. Edifício Instituto Nacional de Seguridade Social – SE. Fachadas Oeste e Leste.

Fonte: Ilustração e acervo do autor.

O Edifício Estado de Sergipe localiza-se na travessa Baltazar Góes nº86, no centro da cidade. Possui uniformidade de tratamento em todas as fachadas e igual dimensionamento dos volumes que avançam sobre o plano das mesmas, entre as esquadrias. A proteção eficaz contra a radiação solar direta para atender a todas as orientações necessita de uma adaptação a ser modificada fachada a fachada. Como sugestão, os elementos horizontais podem avançar em profundidade e acompanhar o partido formal pela ortogonalidade, racionalismo e simplicidade. Ver figura 20.

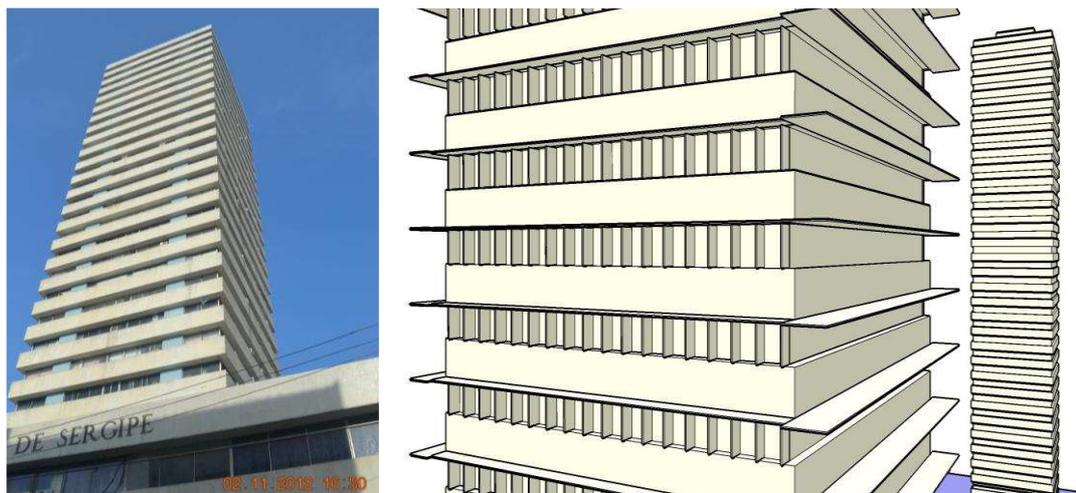


Figura 20. Edifício Estado de Sergipe - SE. Simulação de protetores para a fachada Norte.

Fonte: Acervo do autor.

5.2.3. Assembléia Legislativa

O prédio da Assembléia Legislativa situa-se no centro da cidade, na Avenida Ivo do Prado com o cruzamento da travessa José de Faro. Possui volume cúbico predominante, ligeiramente quebrado pelo chanfro de esquina. Atribuem-se a todas as fachadas a mesma disposição dos elementos de proteção solar. A uniformidade das peças caracteriza o edifício, definindo sua linguagem plástica. Tem em suas fachadas elementos em placas pré-moldadas de concreto - os cobogós. Visualiza-se a eficiência desse tipo de proteção principalmente nas fachadas Norte e Sul. Na fachada Oeste, a torre de escadas e elevadores dá uma proteção adicional ao desempenho dos cobogós, esta faz o sombreamento complementar. No todo, a edificação apresenta trama fina e contínua, composta de elementos de proteção mistos.

Esse “envelopamento solar” define o espaço de soluções para um determinado projeto que considera tanto a insolação e o sombreamento solar. Estes envelopes definem possíveis soluções para um determinado problema (CAPELUTO, 2002).



Figura 21. Assembleia Legislativa – SE. Fachadas Leste e Oeste.

Fonte: Acervo do autor.

De uma maneira geral, os protetores mistos quando corretamente combinados, tem um desempenho muito eficiente. Em regiões de baixa latitude, por exemplo, as fachadas Norte e Sul recebem um tipo de incidência que inclui o uso dos protetores mistos como sendo o mais inteligente, quando se deseja uma obstrução total dos raios solares (BITTENCOURT, 2004).

A utilização dos elementos vazados na fachada Oeste atende mais à composição formal que a proteção exercida por esses elementos, que têm sua eficiência diminuída por conta dessa orientação desfavorável.

5.2.4. Palácio Governador Augusto Franco

Situado na Avenida Adélia Franco, a edificação possui proteção solar em todas as faces com aberturas sujeitas à insolação. Apesar da uniformidade aparente, por conta do uso comum da treliça espacial como suporte das placas de vedação, em cada orientação há um desenho apropriado à necessidade de sombreamento.

A edificação situa-se inclinada em relação ao eixo Norte–Sul, em formato hexagonal, com laterais longitudinais na direção Leste - Oeste. Dispõe de uma fachada Norte-Nordeste (lateral) voltada para via secundária e duas fachadas em chanfro de 45° que se voltam para a avenida principal, quais sejam Noroeste e Sudoeste (frontais); a primeira recebe a insolação pela manhã, e as duas últimas recebem o sol da tarde. Não obstante a unidade plástica das proteções, tais elementos funcionam em composições que evitam a incidência direta. O conjunto dos elementos que ocultam as aberturas compromete a

visibilidade exterior devido à inclinação das chapas dispostas na estrutura, mas garante a proteção necessária.

A textura resultante é composta de painéis fixos, com posicionamento horizontal oblíquo (fachadas Norte-Nordeste, Noroeste e Sudoeste) e vertical oblíquo (fachada Sul-Sudoeste). Assim, são ajustados os dispositivos de controle solar em cada orientação. O edifício utiliza perfis de chapas de aço montadas sobre treliça espacial em estrutura de alumínio.



Figura 22. Palácio Governador Augusto Franco - SE. Fachada Norte-Nordeste; fachadas Sudoeste e Sul-Sudoeste.

Fonte: Acervo do autor.

Um bom desempenho de edifícios sustentáveis no verão, especialmente escritórios e edifícios comerciais, depende de recursos adicionais tal qual um excelente protetor solar através de dispositivos de sombreamento, preferencialmente no lado externo da fachada (EICKER *et al*, 2008).

5.2.5. Biblioteca da Universidade Federal de Sergipe

Possui uma arquitetura brutalista e incorpora em sua tipologia os efeitos plásticos decorrentes da utilização de proteção eficiente contra à radiação direta, permitindo um bom nível de luminosidade sem ofuscamento. A proteção fica por conta dos saques (que possuem aberturas em grades inclinadas) de diversas tramas, com grandes dimensões.

O sol do poente está incidindo diretamente na fachada Oeste e é possível observar que as proteções solares estão filtrando a luz solar adequadamente. Possui iluminação lateral e zenital (Ver figura 23).

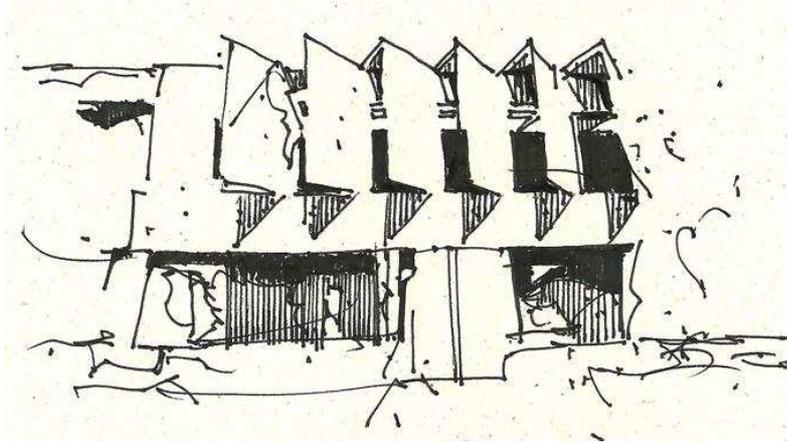


Figura 23. Biblioteca da Universidade Federal de Sergipe (UFS) – Fachada Oeste (detalhe).

Fonte: Ilustração do autor.

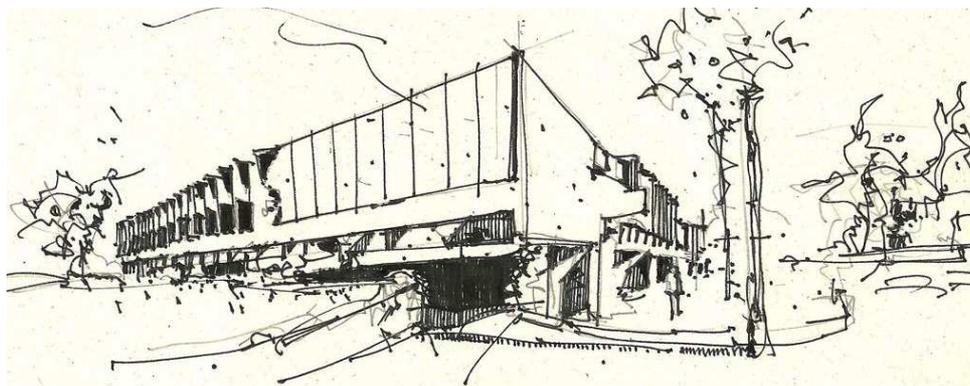


Figura 24. Biblioteca da Universidade Federal de Sergipe (UFS).

Fonte: Ilustração do autor.

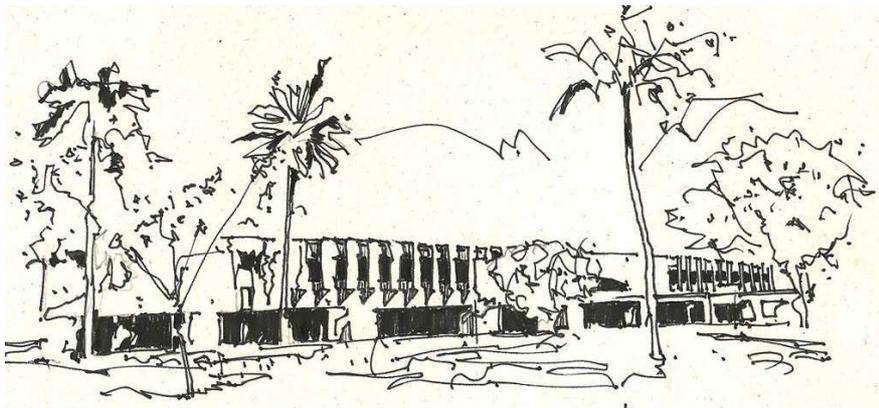


Figura 25. Biblioteca da Universidade Federal de Sergipe (UFS). Fachada Oeste (geral).

Fonte: Ilustração do autor.

O edifício não é uma escultura, ou simples “prisma”, é antes de tudo um abrigo, e como tal deve atender as principais necessidades dos seus usuários, dentre elas destacam-se as necessidades de conforto ambiental. Muitos edifícios podem ser moldados de uma maneira que melhore seu desempenho térmico, a partir de uma forma que permita a autoproteção da radiação solar através de seu envelopamento, bem como uma insolação no inverno a fim de conseguir aquecimento passivo do edifício (CAPELUTO, 2002).

A combinação da volumetria da edificação e dos dispositivos de sombreamento específicos, dimensionados de acordo com a geometria da insolação e a composição plástica, se constituem em ricos artefatos do vocabulário arquitetônico das regiões tropicais. Podem somar-se a isso o fato de que obstruções externas, quando presentes, também contribuem nesse mascaramento.

É o caso de amplas marquises que estendem o bloqueio da radiação direta quando da ocorrência de baixos ângulos de altura solar. Essas variações formais, permitidas na volumetria das edificações, colocam essa versatilidade à disposição dos arquitetos para um número indeterminado de soluções, além das próprias variantes dos elementos de controle solar, as quais podem incrementar o repertório plástico.

A Figura 26 mostra que a composição dos elementos de fachada pode moldar a “pele” do edifício, atribuindo função de ventilação e proteção solar para volumes sólidos já definidos. A ilustração mostra a caracterização de diferentes volumetrias das edificações, gerando recursos de sombreamento pelo afastamento e defasagem de planos de fachada numa mesma orientação.

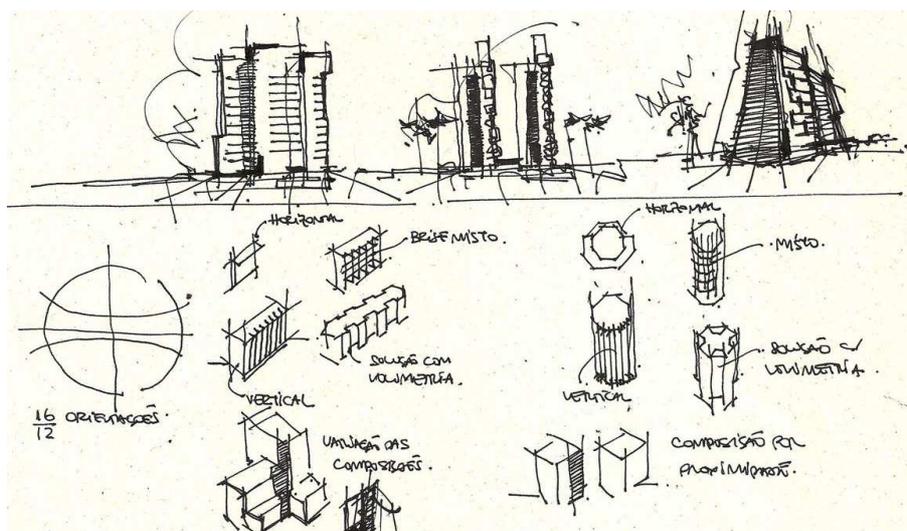


Figura 26. Composições volumétricas variadas em função da seção da edificação.

Fonte: Ilustração do autor.

A principal função de um sistema de sombreamento é a proteção da transparência do envelopamento dos edifícios contra as condições de radiação no verão, evitando assim o superaquecimento, bloqueando o acesso do fluxo de energia indesejado dentro da edificação. De fato, embora vários fatores contribuam para o ganho de calor no verão (por exemplo: equipamentos elétricos, ocupantes, luzes), em climas quentes uma fração significativa deriva do ganho de calor solar que entra através das aberturas (BELLIA, L; DE FALCO, F; MINICHELLO, F. 2013).

Segundo Frota (2004) os elementos que se encontram incorporados à própria construção também podem “mascarar” porções do céu – desde os beirais de telhados, marquises, varandas, sacadas, outras partes da própria construção e até dispositivos de quebra-sóis, existentes com o único objetivo de proteção solar.

A geometria solar aplicada a esses elementos vai mostrar o que há de comum a todas essas intervenções, apesar da variedade formal que seus elementos exteriorizam. As projeções dessas peças, marcadas na definição de luz e sombra, camuflam as aberturas e redesenham suas fachadas.

Essas características demonstram uma preocupação com o conforto ambiental, concernente à proteção da radiação nas fachadas e suas consequências diretas e indiretas. Há uma influência exercida pelos protetores solares na exposição à radiação solar, na ventilação e iluminação natural, e em diversos outros aspectos de natureza funcional e estética. Através das aberturas é que se emolduram a paisagem por componentes físicos, com formatos, proporções e tramas diversas. As preocupações plásticas dos projetistas podem, sem muita dificuldade, ser integradas às demandas bioclimáticas de uma região ao aproveitar o potencial da luz natural. É possível explorar a plasticidade advinda da utilização dos diversos elementos necessários para adequar o edifício às características ambientais do lugar. Dentre essas se destaca a definição da estratégia projetual, que incorpora o impacto desses elementos na volumetria da edificação.

Os protetores são componentes de diversos formatos que irão se adaptar a cada orientação de fachada (CHENG; LIAU; CHOU, 2013). Cada face tem sua representação particular de acordo com as características da insolação que recebe. Cada projetista vai interpretar as necessidades de sombreamento e montar sua estratégia na definição da plasticidade final. A abordagem de diferentes conceitos formais terá sua linha comum na eficiência dos elementos que compõem o conjunto da edificação. As variáveis encontradas em cada posição e face do edifício o caracterizarão por diferentes contrastes, hierarquia de volumes e profundidade de planos. As possibilidades de composições são inúmeras para uma mesma necessidade de proteção solar. A flexibilidade de soluções e respectivos

impactos na entrada de luz natural permite que se utilizem materiais convencionais ou não, rústicos ou contemporâneos, desde que projetados com base na geometria solar.



Figura 27. Elementos pergolados com função de marquise. IHHS - SE.

Fonte: Acervo do autor.

No projeto do pórtico de entrada de um prédio, foi utilizada uma marquise e brise lateral de seções triangulares. A composição dispensa o modelo simples de seções retangulares ao afirmar a máscara de sombreamento, liberando a forma plástica para uma composição que valoriza e indica a entrada da edificação. Ver figura 28.

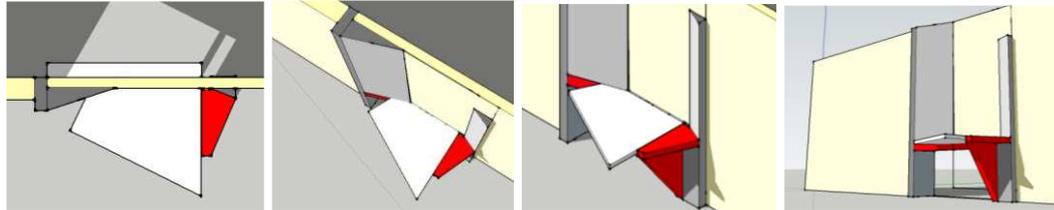


Figura 28. Simulação computacional para estudos formais de marquise - SE.

Fonte: Acervo do autor.

6. METODOLOGIA – PROCEDIMENTOS

6.1. Organograma Funcional

Um panorama dos condicionantes envolvidos na escolha dos elementos de controle solar de uma edificação irá estabelecer as principais conexões inerentes ao processo de aplicação dos elementos de proteção solar em suas fachadas.

Cada edificação traz na sua tipologia plástica uma identidade, cujas características a torna pertencente a uma categoria formal. Tais propriedades se relacionam a outros elementos ao compor, subtrair e modificar sua estrutura inicial; menos intensa é essa interferência quando a inserção de elementos de proteção vem cumprir sua função subordinada a uma hierarquia de volume, proporção e escala.

A identificação desse conjunto estético pode fornecer as diretrizes para a aplicação de novos elementos em sua volumetria e fachadas, num diálogo com a linguagem projetual. Quando se deseja alterar o efeito plástico existente a partir de uma intervenção, pode-se fazê-lo de forma complementar ou contrastante, a depender da resposta que se busca como solução estética. Isso é menos perceptível quando, desde sua concepção, o projeto da edificação é pensado com a integração de suas partes no todo.

A localização geográfica, dada pela latitude e longitude de um lugar, vai influenciar diretamente no dimensionamento das peças de proteção para cada orientação. As obstruções externas também devem ser consideradas. As fachadas devem ser pensadas independentemente, de acordo com seu respectivo azimute.

O organograma da figura 29 apresenta as inter-relações de fluxos através das etapas que compõem o trabalho proposto. A partir de uma abertura padrão se definiu um modelo básico de elementos de controle solar. Para esta abertura foi desenhado um elemento horizontal e vertical únicos. Utilizando a carta solar, foram marcados com precisão os ângulos necessários para a obstrução requerida: alfa, beta e gama (que tecnicamente definem estas medidas), respectivamente altura solar (planta de corte), azimute (planta de topo) e ângulo vertical lateral (elevação). Em sequência, a abertura padrão ganhou uma versão expandida com dimensão retangular horizontal predominante. Foram aplicados nessa nova abertura múltiplos elementos derivados do modelo básico, pela repetição de sua unidade em distâncias modulares. Nesse momento, a organização do desenho em tramas construiu novos padrões de composição. A composição formal se deu pela combinação de elementos horizontais (ortogonais e oblíquos ao plano de fachada) e elementos verticais (somente ortogonais ao plano de fachada). Todas essas composições foram aplicadas nas oito orientações principais. As orientações que possuíam mesmo padrão de textura na composição dos protetores tiveram efeito visual semelhante quanto à geometria (pequena

variação no tamanho das peças), mas efeito visual de luz e sombra diferentes por conta de seu posicionamento específico.

Este trabalho foi aplicado para oito orientações de fachadas, correspondentes aos pontos cardeais: Norte, Nordeste, Leste, Sudeste, Sul, Sudoeste, Oeste e Noroeste.

O dimensionamento das peças foi gerado pelo transferidor correlativo aos ângulos: alfa (α - para a proteção horizontal); beta (β - para a proteção vertical) e gama (γ - ângulo lateral), este último definiu a interrupção do sombreamento para peças finitas. Esses ângulos foram sobrepostos à carta solar do lugar, definindo assim a zona de mascaramento efetivo.

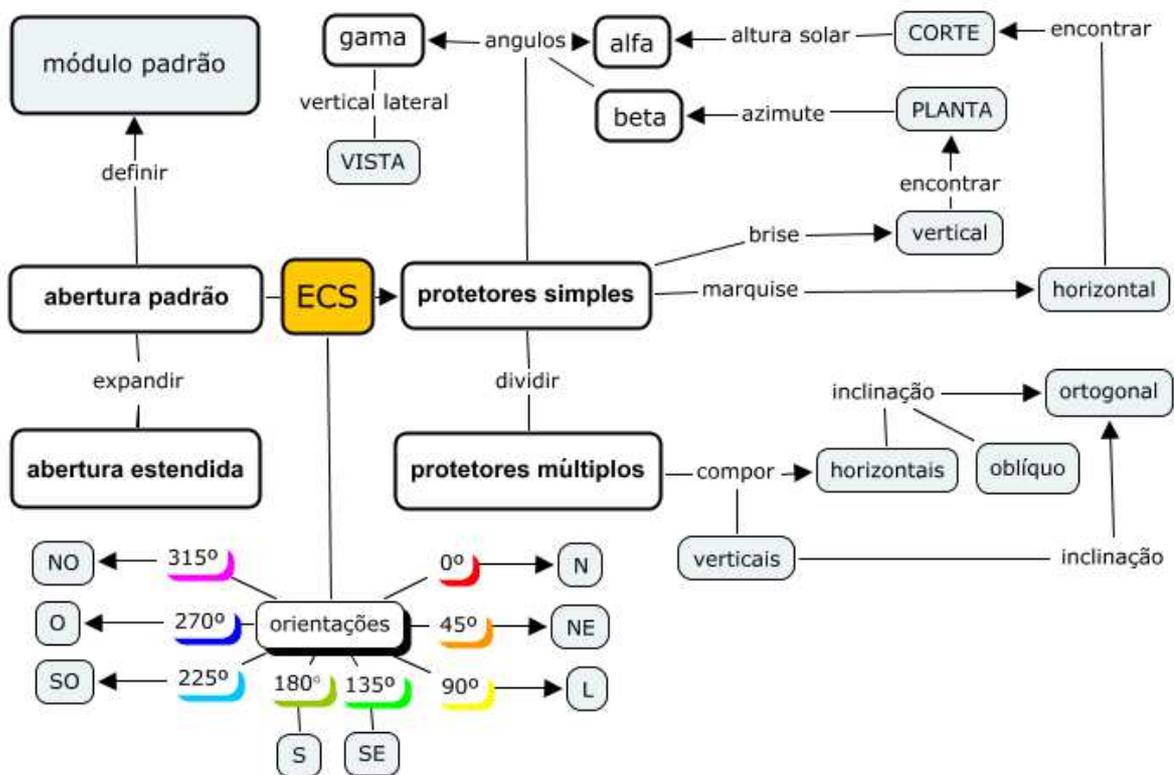


Figura 29. Organograma que relaciona as ligações entre a abertura, padrões de composição e a aplicação dos elementos de controle solar.

Fonte: . Ilustração do autor.

Os elementos de controle solar passam por critérios de classificação: quanto ao movimento (fixos ou móveis), quanto à inclinação em relação às fachadas (ortogonais ou oblíquos), quanto à posição relativa aos eixos (horizontais verticais ou mistos).

Um grande número de diferentes tipos de dispositivos de proteção tem sido utilizado em diversas edificações, por diferentes localidades. Entretanto, novas configurações para tais dispositivos estão continuamente sendo concebidos e desenvolvidos. Estes se distinguem em forma, dimensões, materiais e posições relativas

para superfícies a serem sombreadas. Consequentemente apresentam características diferentes (EL-REFAIE, 1987).

Vários aspectos correlacionados vão abranger as escolhas dos protetores como estratégias projetuais: a iluminação natural, a ventilação natural, a privacidade e possibilidades visuais, por exemplo. Paralelo à funcionalidade e eficiência dos protetores, a composição plástica na distribuição das peças nas fachadas trará uma linguagem conceitual própria. A relação das peças entre si, em sua conformidade quanto à repetição e agrupamento, vai organizar a paginação dos protetores na fachada em texturas que evidenciam um maior ou menor espaçamento, uma menor ou maior densidade.

Dentro dessa teia de conexões, a seleção de brises horizontais (fixos, ortogonais, oblíquos) e verticais (fixos, ortogonais) como configuração geométrica foi o parâmetro adotado para o estudo da composição plástica aplicado às fachadas sob o efeito do sombreamento.

6.2. A escolha do volume geométrico como elemento representativo da tipologia das edificações

A verticalização tem modificado o perfil urbano das cidades. Com a escassez de áreas livres e conseqüente valorização desses espaços, a concentração das edificações tem definido essa silhueta. As cidades cada vez mais apresentam em seu tecido urbano uma grande concentração de edificações de múltiplos pavimentos. Os volumes centralizados inspiram sossego e estabilidade, as formas lineares implicam atividade (BAKER, 1989). Ver figura 30.

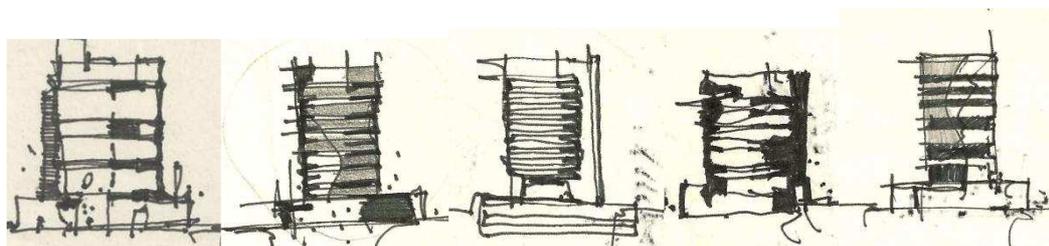


Figura 30. Estudos livres de edificações de múltiplos pavimentos.

Fonte: Ilustrações do autor.

Afirma-se que “a percepção de formato, tamanho, escala, proporção e peso visual de um plano é influenciada pelas propriedades de suas superfícies e pelo contexto visual” (CHING, 1998, p.86).

Cada cidade segue seu próprio código de obras e posturas. Essa “normatização” trata de aspectos relativos à taxa de ocupação, índice de aproveitamento, gabarito de altura,

etc. Embora existam algumas especificidades por conta de condicionantes locais, em geral as cidades aliam os interesses econômicos das construtoras ao padrão arquitetônico vigente.

Com o aquecimento do mercado imobiliário e o aparecimento de novos empreendimentos, pela repetição do modelo, percebe-se a predominância de uma volumetria com seção de planta retangular, dada sua regularidade e distribuição modular do espaço. A depender da dimensão da seção, edifícios em forma “I”, ou em associação de módulos dois a dois em forma “H”, têm sido bastante utilizados em empreendimentos empresariais ou residenciais.

Independente da finalidade de uso, quando se busca um aproveitamento mais eficaz da ocupação do lote e limite máximo de altura das edificações, as proporções entre largura, comprimento e altura tendem a se repetir. Ver figura 31.

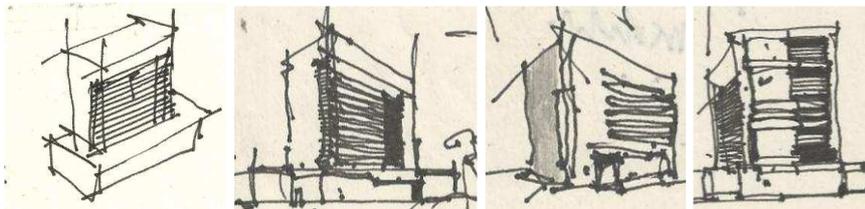


Figura 31. Estudos de proporção das edificações. Relação: largura x profundidade.

Fonte: Ilustração do autor.

As tipologias arquitetônicas atuais compartilham um padrão geométrico semelhante, pela racionalidade da construção e suas dimensões regulares. O modelo de seção geométrica usual para o corpo da edificação ainda é a planta retangular, na proporção 2:1 para condomínios e 3:1 para empreendimentos empresariais ou institucionais; como exemplo, o Instituto Nacional de Seguridade Social (INSS-SE). Ver figura 19.

A partir da observação dos volumes dos edifícios de seção retangular percebe-se, que as fachadas contíguas, vistas lado a lado, vão indicar qual delas apresenta uma maior disponibilidade de proteção nas aberturas.

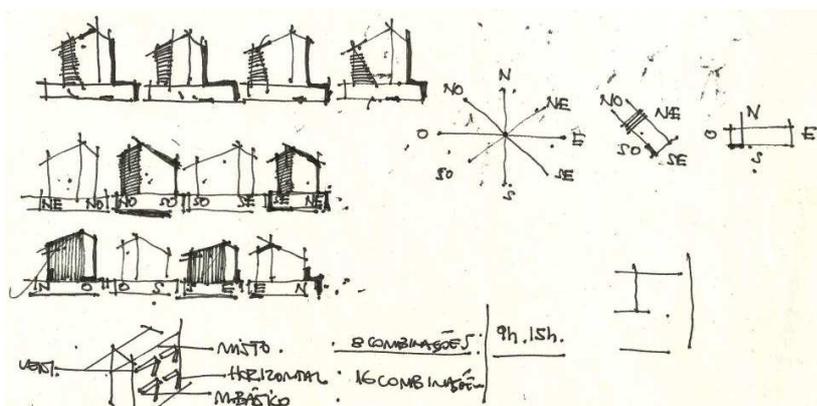


Figura 32. Estudo de posicionamento de visualização das fachadas adjacentes.

Fonte: Ilustração do autor.

Todavia, o estudo da combinação de peças a partir de suas arestas (esquinas) também podem ser abordadas. Para a produção do repertório plástico dos elementos, as fachadas foram analisadas isoladamente.

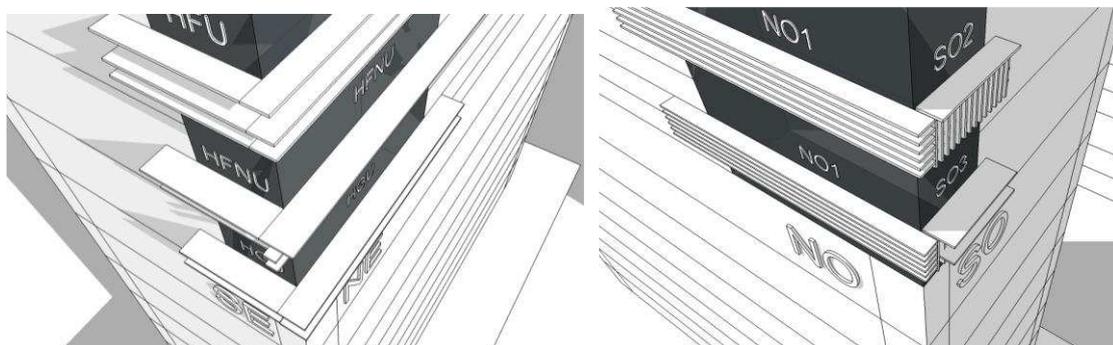


Figura 33. Fachada Sudeste-Nordeste 21 jun 9h. Fachada Noroeste-Sudoeste 21 set 15h.

Fonte: Acervo do autor.

Em Aracaju, na prática, as medidas da seção do edifício variam entre 9 m e 12 m de largura e 26 m e 33 m de comprimento, respectivamente. A legislação da cidade permite a construção até o patamar de 12 pavimentos, não contabilizados os dois níveis utilizados para garagem e áreas de lazer. Isso caracteriza o elemento prismático de seção retangular.

Para a modelagem computacional foi utilizado parte de uma seção volumétrica correspondente ao intervalo de dois pavimentos. Depois de algumas experimentações, essa proporção se mostrou adequada para uma melhor fidelidade de representação gráfica, por enfatizar o efeito do sombreamento e expressão plástica dos componentes, e traduzir-se como uma edificação mais próxima da escala humana. Ver figura 55.

6.3. Determinação do módulo de abertura

As aberturas desempenham um papel vital por proporcionar conforto térmico e níveis de iluminação ideais em um edifício. Do ponto de vista arquitetônico estas também são importantes na adição de estética para o projeto de construção (SADINENI; MADALA; BOEHN; ROBERT, 2011).

Assim “um espaço quadrado, por conter quatro faces de mesma medida, tem um caráter mais estático, se seu comprimento se expandir e dominar sua largura, ele se tornará mais dinâmico” (CHING, 1998, p.283). “Devido à igualdade de suas dimensões e simetria bilateral, a repetição de seu módulo vai gerar a malha mais comum da geometria, essencialmente não-hierárquica, não-direcional. É utilizada para dividir a escala de uma

superfície em unidades mensuráveis e conferir a esta uma uniformidade. Quando distribuída pelas superfícies as unifica pelo caráter repetitivo e difuso” (CHING, 1998).

Para o estudo dos dispositivos de proteção solar, foi escolhida inicialmente uma abertura regular para a aplicação desses componentes. A forma quadrada foi eleita nesse trabalho como abertura de referência. A aplicação dos elementos simples de proteção (uma peça única horizontal e/ou vertical) caracteriza o módulo padrão respectivo para cada orientação. Ver figura 37.

Em um segundo momento, ocorre a repetição do módulo padrão nas direções vertical e horizontal. Os componentes passam a ser visualizados a cada dois pavimentos, com aberturas “em fita” de 10 metros de comprimento e 2 metros de altura para cada andar de “pé-direito” de 3 metros de altura. (Esse dimensionamento foi escolhido por melhor representar o efeito visual da textura dos componentes na fachada). É apresentada uma combinação de dois modelos diferentes de protetores de um pavimento a outro, simbolizando uma variação de textura no mesmo plano de fachada. Ver figura 55.

Temos que “elementos de tamanhos conhecidos dentro do contexto visual de um plano podem auxiliar nossa percepção de seu tamanho e escala” (CHING, 1998, p.86, 166).

6.4. Metodologia para a determinação do intervalo de sombreamento de fachada em cada uma das oito orientações

Definido o modelo para o desenvolvimento dessa pesquisa, é necessário eleger critérios de sombreamento.

Até onde a temperatura do ar não cause uma sensação de desconforto, a penetração dos raios solares nos ambientes é desejável. Elevações, planos e seções laterais apresentam em linhas esquemáticas os ângulos através dos quais as máscaras são determinadas pela utilização de protetores. O sombreamento é proposto especificamente para cada orientação.

Entende-se que, à medida que o sol se eleva e descreve sua trajetória na abóbada celeste, a intensidade luminosa aumenta concomitantemente ao incremento da temperatura do ar causando uma sensação de desconforto térmico, situação condicionada à exposição direta de radiação. Para um clima quente e úmido, característico dessa região, tal percepção é intensificada.

A sensação de desconforto no período da tarde deve-se à temperatura do ar mais elevada. A proteção fornecida pelo dimensionamento das peças aplicadas nas fachadas

Sudoeste, Oeste e Noroeste vem comprovar essa necessidade na estratégia de ocultação solar para tal período do dia.

Devido ao aquecimento da superfície terrestre, pela incidência da radiação direta e pelas reflexões secundárias, rapidamente há a necessidade de interromper essa trajetória em direção às aberturas (CORBELLA; YANNAS, 2009).

Os períodos do ano, onde a temperatura é elevada ou a magnitude da radiação é extrema, serviram de parâmetro para o bloqueio da radiação direta nesses intervalos.

6.5. A utilização da carta solar como instrumento de delimitação das máscaras de sombra para as proteções desejadas

A carta solar utilizada é a representação estereográfica do caminho do sol, a partir de um observador na Terra, para uma latitude determinada. Instrumento de fácil visualização desse percurso ao longo do ano. A partir das máscaras de sombras definidas, podem-se dimensionar os elementos de proteção para atender ao intervalo de proteção desejado (VIANNA; GONÇALVES, 2001).

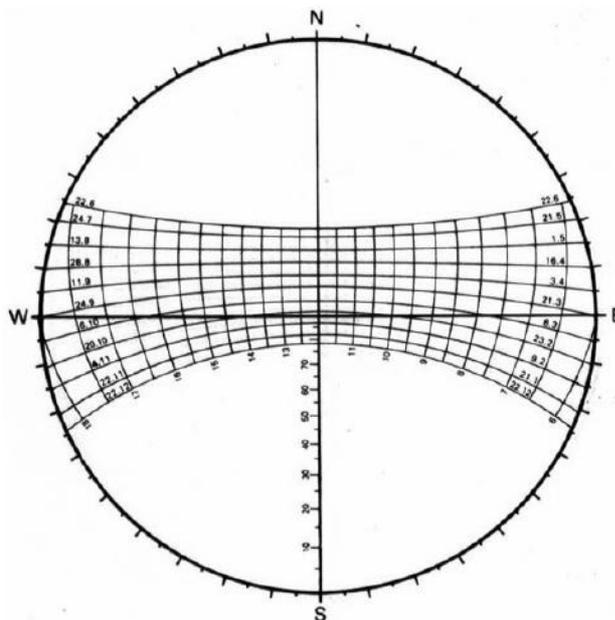


Figura 34. Carta Solar. Projeção estereográfica para 10°59' latitude Sul. Aracaju-SE.

Fonte: FROTA & SCHIFFER (1988).

6.5.1 Gráficos

Á área definida de sombreamento que gerou o modelo inicial (modelo padrão) baseou-se no zoneamento de temperaturas mais elevadas, acima de 25°C, estabelecendo o

período do ano e horários do dia em que as aberturas deveriam ser protegidas. Esses dados foram obtidos através do programa SOL-AR⁽¹⁾. Para a latitude entre 10°S e 12°S, intervalo de latitudes Sul que compreende a cidade de Aracaju a 10°59'S, percebeu-se uma equivalência de radiação nesse intervalo de 2°(dois graus), permitindo adotar o critério de temperatura estabelecido pelo *software* com uma margem segura de confiança. Essa identificação apontou para a escolha dos ângulos de proteção na fronteira da radiação mais elevada, os mesmos foram obtidos através dos transferidores do próprio programa computacional e ajustados com o auxílio da carta solar desenhada em padrão CAD (*computer aided drawing*).

As manchas gráficas representadas em cores transitam gradativamente entre as tonalidades amarela, laranja e vermelha, esta última indicando a radiação mais crítica, sendo por isso sua condição de bloqueio obrigatória a partir desse limite. Por conseguinte, a incidência de luz solar dentro das aberturas ocorre nas primeiras horas do dia na altura solar correspondente às 9h, e no fim da tarde quando a intensidade da radiação solar já se faz diminuída. Esse mesmo parâmetro de intensidade de radiação vai determinar as escolhas das estratégias de obstrução para cada orientação. Ver figura 35.

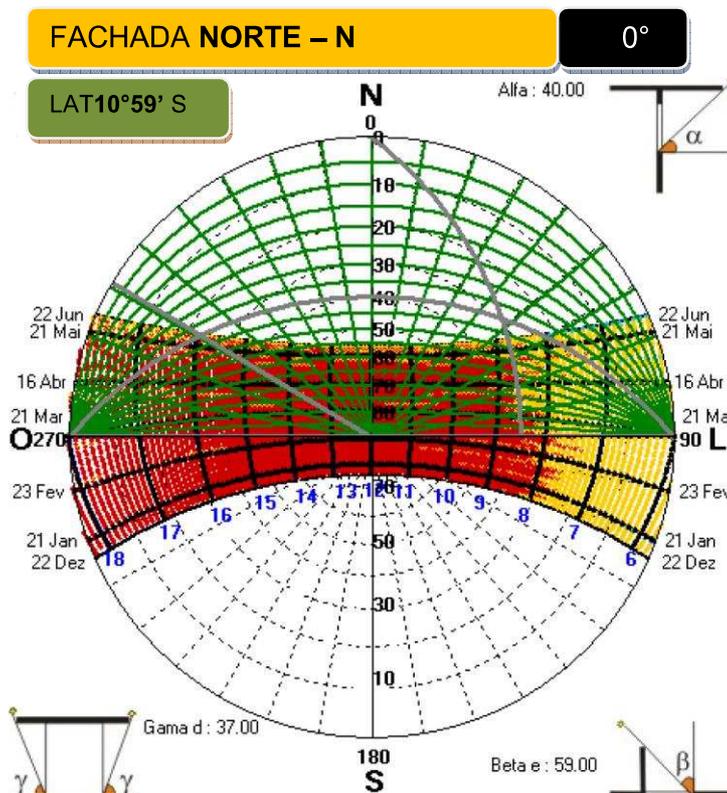


Figura 35. Definição dos ângulos de proteção para a fachada Norte.

Fonte: Programa SOL-AR, Labeee. UFSC.

⁽¹⁾ Programa desenvolvido pelo LabEEE – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações- UFSC.-SC.

O gráfico da figura 36 apresenta o traçado dos ângulos de proteção para a fachada Norte, considerando a possibilidade de insolação nas primeiras horas da manhã em todo o ano, ainda com a sensação térmica comparativamente menor em relação ao período da tarde. O gráfico específico dessa orientação discrimina esse intervalo de tempo. A área hachurada na cor laranja representa o período de insolação, a hachura na cor cinza clara indica a sombra possível de proteção e a hachura na cor cinza escura representa a sombra efetiva do componente para essa latitude. Para a orientação Norte, as aberturas nessa fachada estarão protegidas entre março e setembro a partir das 8h30min (respectivamente nos equinócios de outono e primavera). Essa proteção segue progressivamente até o solstício de inverno (21 de junho) a partir das 8h 45min. O ângulo alfa representa a altura solar, o ângulo beta representa a posição relativa do sol a partir do Norte verdadeiro. O ângulo gama limita o sombreamento da peça horizontal por ser finita.

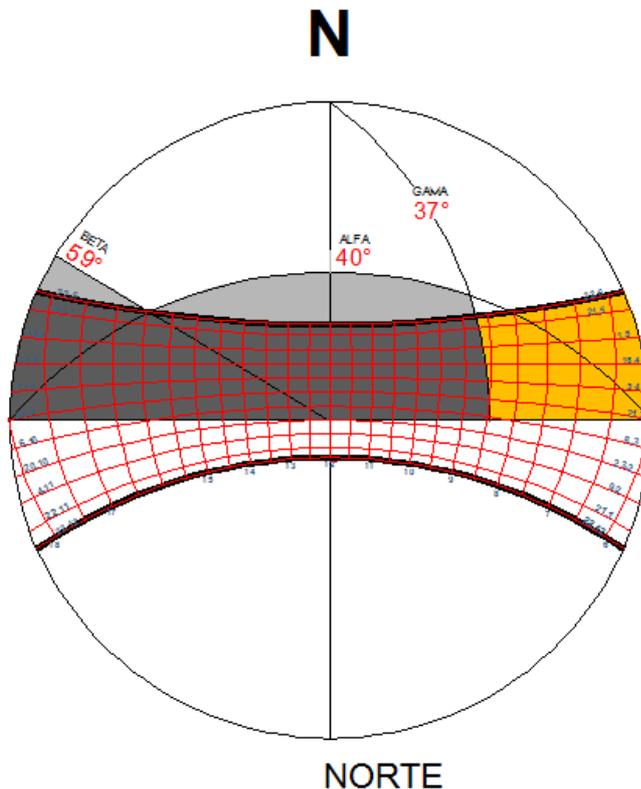


Figura 36. Definição dos ângulos de proteção para a fachada Norte.

Fonte: Programa SOL-AR, Labeee. UFSC.

6.5.2. Modelo básico de proteção para cada orientação

Os ângulos de desenho de elementos de proteção solar permitem definir as dimensões e espaçamentos destes dispositivos segundo a orientação de fachada e o tipo de ECS (elementos de controle solar) exteriores, de tal forma que impeçam a entrada direta dos raios solares, o aquecimento interior, o efeito estufa, o brilho intenso e o desconforto do

espaço. Os ângulos de desenho dos elementos de proteção solar estão condicionados pela orientação de suas aberturas e não pelo seu tamanho, ou seja, ao se aumentar a dimensão do vão, será aumentada a quantidade de elementos de proteção solar, não sua projeção horizontal, nem seu ângulo de desenho (LA PEREZ, 2012).

Para a abertura de referência, em cada uma das oito orientações principais, foi dimensionada uma peça única em cada um dos sentidos ortogonais: uma peça horizontal, uma peça vertical ou uma composição mista de cada uma delas. A partir dessa “célula” (abertura), foi montada a paginação dos elementos de proteção que aparece na representação técnica dos desenhos (vista, planta e corte). A célula de dimensão unitária facilita o cálculo de outros componentes (para outras aberturas) porque, proporcionalmente pelo ângulo e percentualmente pela medida, pode ser ajustado às suas respectivas dimensões de sombreamento. Cada conjunto de peças submetidas ao sombreamento desejado passa a ser identificada como modelo padrão ou modelo básico para a orientação específica. Ver figura 37.

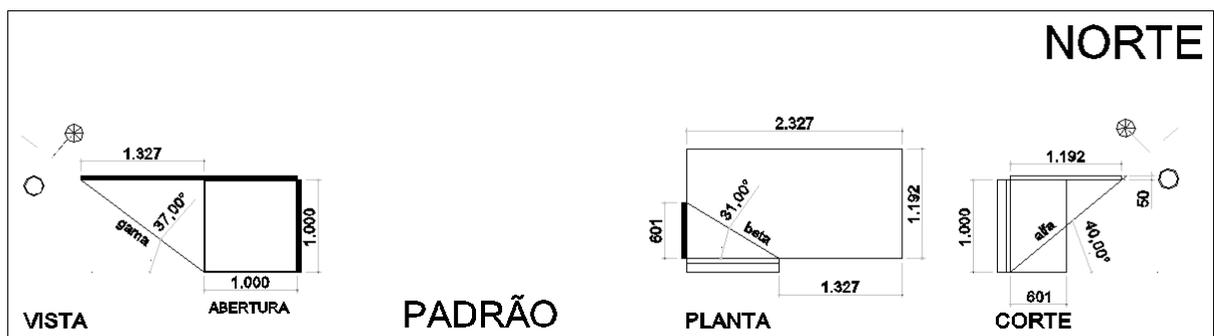


Figura 37. Modelo padrão de proteção para fachada Norte. Representação técnica dos desenhos.

Fonte: Ilustração do autor.

A figura 38 reproduz as sombras de uma marquise para uma abertura padrão Leste referentes às datas dos respectivos solstício de inverno, equinócio de outono (ou primavera-setembro) e solstício de verão às 9h, para 10°59' Latitude Sul.

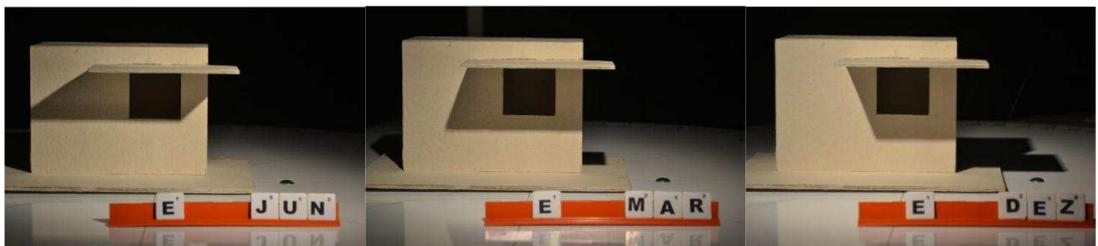


Figura 38. Simulação da iluminação natural com Heliandón.

Fonte: Acervo do autor.

Os ângulos definidos para o dimensionamento de protetores horizontais e verticais permitem o fracionamento de uma peça em unidades menores. Elementos simples são substituídos por múltiplos elementos agrupados paralelamente, obtendo-se um desenho de peças sequenciais de uma mesma equivalência angular. Um dos critérios de escolha foi a menor quantidade de peças que possam ser utilizadas no sombreamento e a menor área de superfície por peça.

A repetição dos módulos na direção horizontal e vertical passa a atribuir qualificações específicas a essas composições, tais como: uniformidade de espaçamento, variação de profundidade entre peças horizontais e verticais e densidade da trama. Para garantir o mesmo afastamento entre as peças verticais, considera-se a espessura da peça incorporada à modulação da abertura. Ver figura 39. Legenda dos componentes, exemplificando:

- **N-HF. VF:** (**N**) Fachada Norte. (**HF**) Peças paralelas horizontais ortogonais perpendiculares à fachada com espaçamento reduzido (entre si) associadas com (**VF**) peças verticais perpendiculares ao plano de fachada com espaçamento reduzido entre as mesmas.
- **B2-B8-H2-H8:** Identificação do grupo de “células” da matriz geral de texturas que atendem à eficiência de proteção. Ver página 171.
- **N 1:** Elementos horizontais ortogonais em trama *fina* combinados com elementos verticais ortogonais em trama *fina* para a fachada Norte (**HF.VF**). Este componente destacado (em negrito) na malha é referência para a multiplicação do módulo para uma abertura estendida.

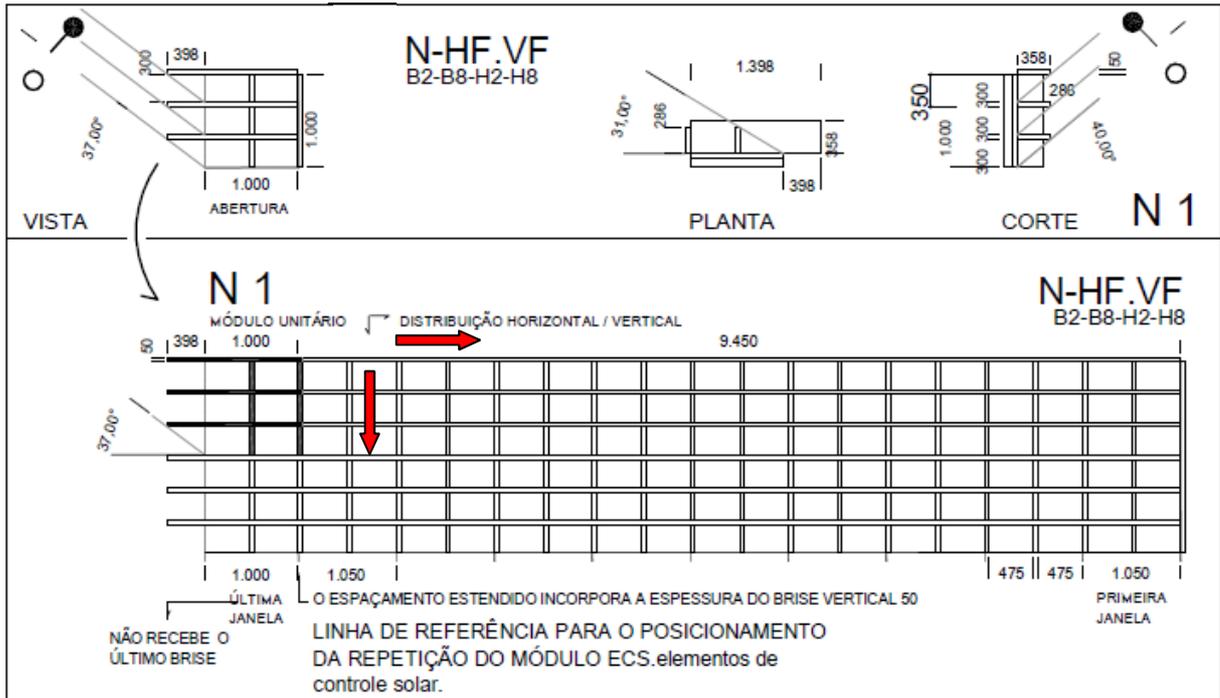


Figura 39. Modelo básico aplicado a uma abertura de dimensões estendidas. Peças perpendiculares ao plano.

Fonte: Ilustração do autor.

O quadro N1i da figura 40 posiciona as peças horizontais (obliquas) numa inclinação perpendicular ao ângulo de proteção. Um novo efeito de textura é gerado por maior exposição dos elementos à luminosidade externa, modificando sua configuração geométrica e mosaico visual de sombreamento. Na duplicação vertical dos módulos, o afastamento entre as peças se mantém garantindo a regularidade. O dimensionamento vertical da abertura se ajusta para cada tipo de módulo. Tem relação direta com o ângulo de inclinação e profundidade das peças obliquas.

Esse modelo não é único. Portanto, a variação entre os modelos depende da quantidade de peças por abertura e dos tipos que a compõem. Uma abertura constituída somente com elementos horizontais será diferente, do ponto de vista formal, de uma abertura protegida com elementos verticais ou mistos, guardando em comum a proteção efetiva contra a radiação direta.

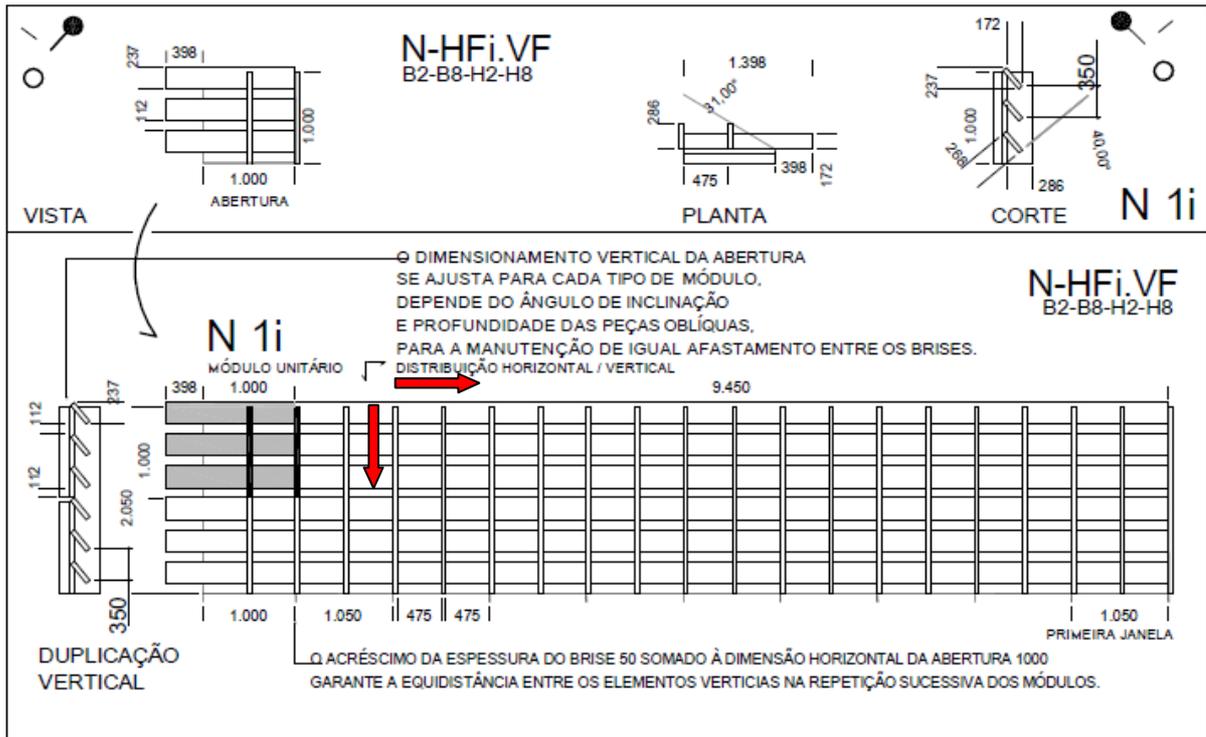


Figura 40. Modelo básico aplicado a uma abertura de dimensões estendidas. Peças horizontais oblíquas ao plano.

Fonte: Ilustração do autor.

Com a máscara de sombra definida, podem-se examinar nas fachadas as diferentes opções de componentes e seu mascaramento, compará-los quanto à plasticidade a partir da representação gráfica tridimensional. A simulação computacional das edificações foi realizada para os solstícios e equinócios, justifica-se por corresponder às datas relativas às estações e amplitudes máximas das trajetórias solares (aparentes). A representação do comportamento da luz será aplicada em três horários pré-definidos: 9h, 12h e 15h (incidências angulares simétricas e zenital), preferencialmente.

O posicionamento e horários selecionados valorizam o efeito do sombreamento que melhor caracteriza o contraste de luz e sombra dos componentes, dando ênfase à incidência solar dirigida às fachadas correspondentes, ou seja, fachadas entre Norte e Sudeste foram simuladas pela manhã e fachadas entre Sul e Noroeste foram simuladas pela tarde. O sombreamento gerado pela computação gráfica atestou a eficiência prevista, condição *sine qua non*, facilitando o teste de vários modelos ao conferir qualidade à quantidade. Por questão de tempo, seria inviável conseguir resultados semelhantes com a utilização apenas de maquetes físicas. O software utilizado foi o "Sketch up 8.0 Pro".

6.6. Critérios para a escolha do repertório de componentes solares

Pela variação formal dos elementos contidos em uma máscara de sombra equivalente, organizou-se uma matriz de texturas que relaciona a combinação dos elementos verticais paralelos mais próximos e afastados entre si com elementos horizontais, *idem*.

Uma malha é criada por dois conjuntos de retas paralelas, geralmente perpendiculares que estabelecem um padrão regular de pontos em suas intersecções. O poder de organização de uma malha resulta da regularidade e continuidade de seu padrão, que permeia os elementos que organiza. Tal padrão estabelece no espaço um conjunto ou campo estável de pontos e retas dessemelhantes em tamanho, forma ou função, que podem compartilhar uma relação comum (CHING, 1998).

As colunas (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) e linhas (A, B, C, D, E, F, G, H, I) estão assim distribuídas. Cada unidade da matriz representa uma fachada da edificação dividida em dois setores. São apresentadas composições de texturas dispostas duas a duas em trechos assimétricos (relação de 2/3 e 1/3, simbolizando o “corpo” e “coroamento” do edifício, respectivamente, compete ao último a ênfase de emoldurar a composição). Na matriz geral das texturas são considerados os protetores fixos e ortogonais ao plano da fachada, variando apenas sua profundidade e espaçamento. Através dessa matriz geral de combinação de protetores horizontais e verticais, selecionam-se as “células” que efetivamente possuem elementos suficientes para a proteção em cada orientação (representadas em cor). Foram eliminadas de representação as células incompletas, ou no terço superior ou nos dois terços inferiores (representadas em preto). Ver figura 41.

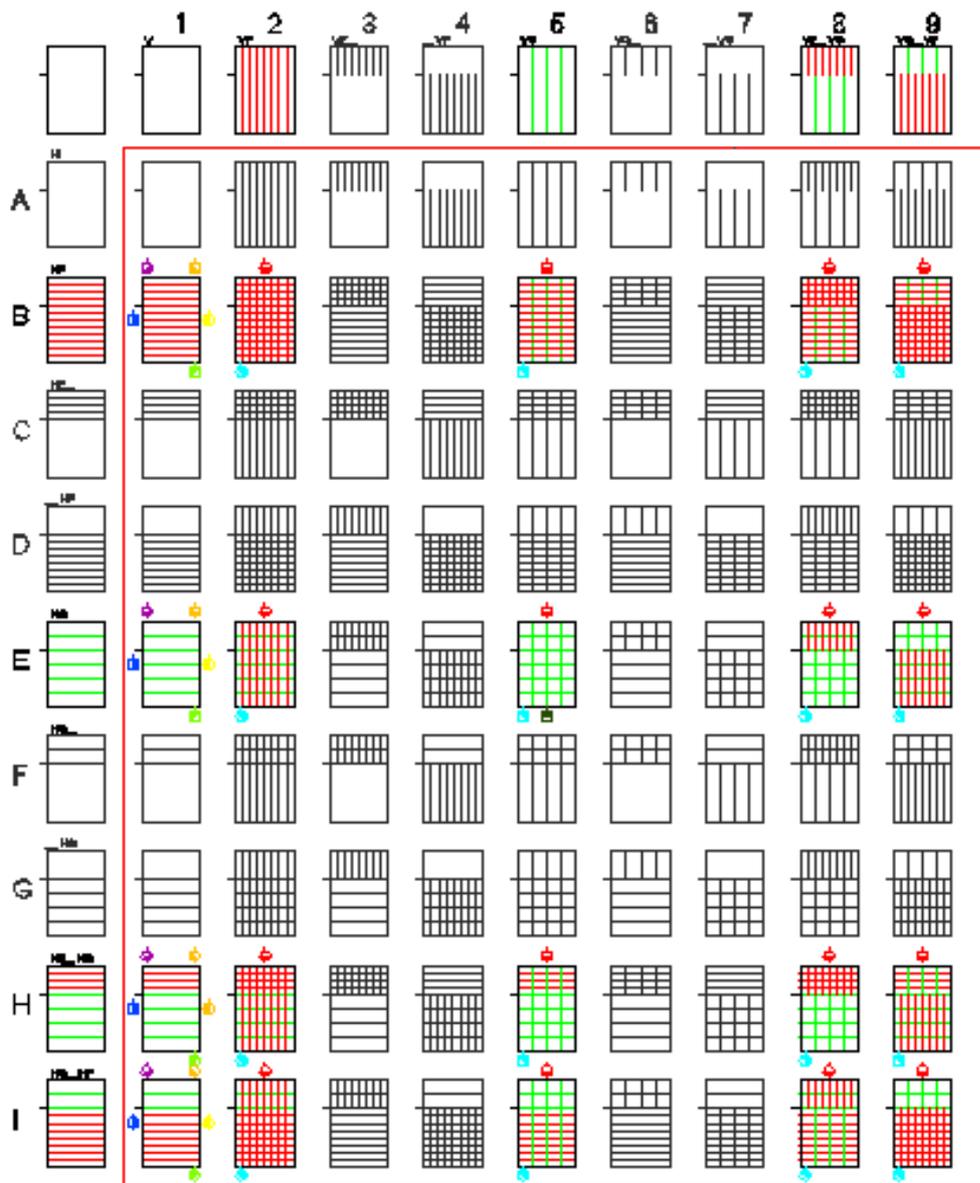


Figura 41. Matriz geral de texturas.

Fonte: Ilustração do autor.

Os ícones pertencentes às “células” da matriz indicam que a composição plástica desses dispositivos funciona como estratégia de proteção solar para as respectivas orientações. Ver figura 42.

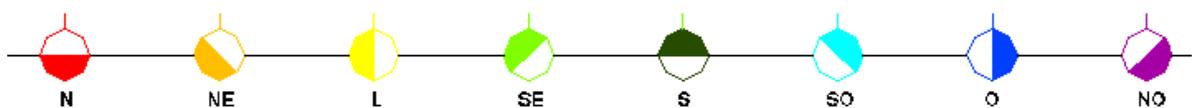


Figura 42. Simbologia relativa às orientações solares.

Fonte: Ilustração do autor.

Na matriz parcial da fachada Norte identificam-se as células B2, B5, B8 e B9. Cada uma dessas células representa uma distribuição dos ECS em dois setores, superior e inferior, aqui caracterizados pela mudança do padrão de textura (Ver figura 43). A célula B2 é originalmente configurada com padrão de peças horizontais e verticais perpendiculares ao plano de fachada, vai ampliar essa possibilidade de composição pela alteração da inclinação das peças horizontais nos setores superior e inferior. Assim cada família (B2), por exemplo, será composta de quatro conjuntos. Combinados dois a dois têm-se: N1-N1; **N1-N1i** (representada tridimensionalmente); N1i-N1 e N1i-N1i (Ver figura 44).

Na matriz Norte, 16 células se desmembram em 64 conjuntos. Para evitar a repetição da representação gráfica, foram consideradas as combinações que não repetem texturas, por isso N1-N1 e N1i-N1i não constam no Apêndice. As combinações **N1-N1i** e N1i-N1 invertem as posições no plano de fachada, somente uma delas será representada. Usando de mesmo argumento, a célula B9 já aparece representada em outras composições. (Ver página 104).

Seguindo uma mesma metodologia de representação para cada uma das fachadas, temos:

- Fachadas Norte e Sudoeste: 64 conjuntos (**16** maquetes computacionais).
- Fachadas Nordeste, Leste, Sudeste, Oeste e Noroeste: 16 conjuntos (**4** maquetes computacionais).
- Fachada Sul: 4 conjuntos (**1** maquete computacional).

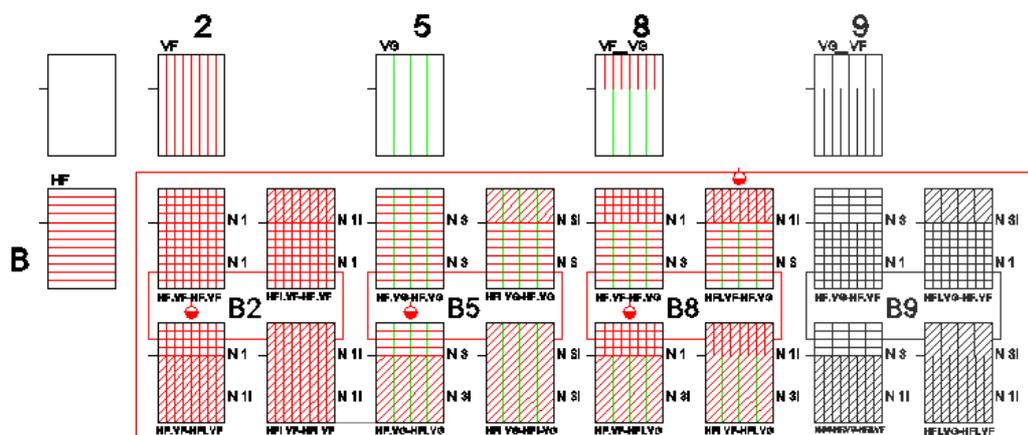


Figura 43. Matriz (parcial) de texturas da orientação Norte.

Fonte: Ilustração do autor.

O brise horizontal, além da profundidade e espaçamento está sujeito à variação no que se refere à sua inclinação em relação ao plano de fachada. Na combinação de elementos horizontais oblíquos nos setores superior e inferior da célula, mais três componentes da mesma “família” (quantidade de peças por módulo) serão gerados, subdividindo-se numa matriz específica de cada orientação.

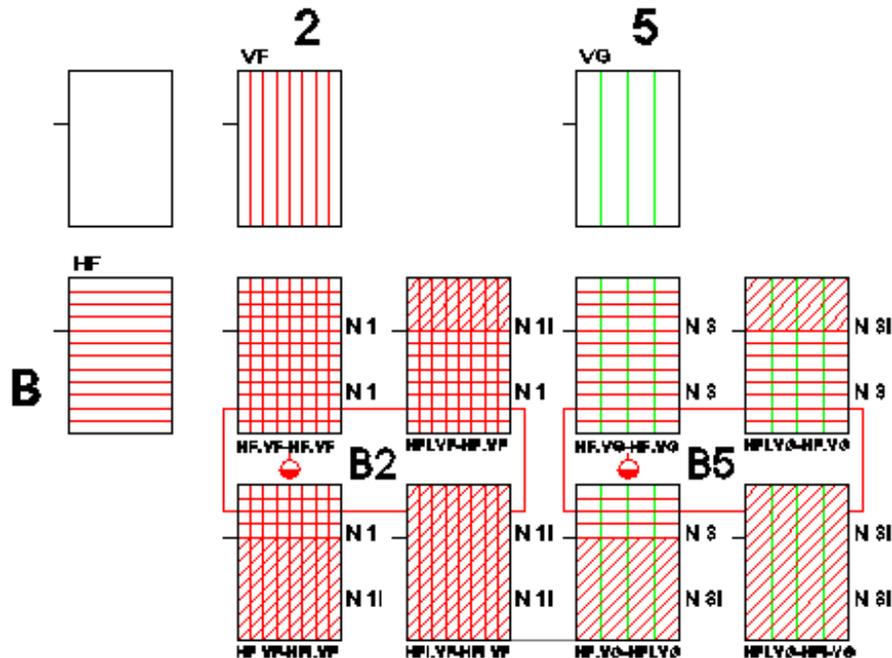


Figura 44. Matriz (parcial) de composição de elementos ortogonais e horizontais oblíquos da orientação Norte.

Fonte: Ilustração do autor.

Devido à variedade de combinações no quadro de texturas, foi necessário determinar uma nomenclatura que representasse essas variações formais, assim classificados:

- **H** – elemento horizontal
- **HF** – elementos horizontais paralelos em quantidades iguais ou superior a três unidades por dimensão do módulo de abertura (1000 mm x 1000 mm) no sentido vertical. A distância entre as peças é na maioria equivalente a **350** mm (incluso a espessura) [Ex.: Ver página 84]. A letra “F” simboliza a composição formal dos elementos agrupados numa trama *fin*a (menor espaçamento).
- **HG** – elementos horizontais paralelos em quantidades iguais a duas ou três unidades por dimensão do módulo de abertura no sentido vertical. A distância entre as peças é na maioria equivalente a **525** mm (incluso a espessura) [Ex.: Ver página 85]. A letra “G” simboliza a composição formal dos elementos agrupados numa trama *grá*uda (maior espaçamento).

- **HFi** – elementos paralelos inclinados em quantidades iguais ou superior a três unidades por dimensão do módulo de abertura. A inclinação é perpendicular ao ângulo de proteção incidente (alfa).
- **HGi** – elementos paralelos inclinados em quantidades iguais a duas ou três unidades por dimensão do módulo de abertura. A inclinação é perpendicular ao ângulo de proteção incidente (alfa).
- **V** – elemento vertical
- **VF** – elementos verticais paralelos em quantidades iguais ou superior a duas unidades por dimensão do módulo de abertura (1000 mm x 1000 mm) no sentido horizontal. A distância predominante entre as peças é equivalente a **475** mm (Ex.: Ver página 85). A letra “F” simboliza a composição formal dos elementos agrupados numa trama *fina* (menor espaçamento).
- **VG** - elemento único por dimensão do módulo de abertura no sentido horizontal. A distância entre a próxima peça é equivalente a **1000** mm (Ex.: Ver página 86), exceção (Ex. Ver página 137). A letra “G” simboliza a composição formal dos elementos agrupados numa trama *graúda* (maior espaçamento).

A combinação de elementos horizontais e verticais associados numa composição pode ser classificada pela relação de encaixe entre as peças. As oito variantes do modelo recebem uma nomenclatura que identifica cada “célula” (representação de fachada) na matriz de texturas de cada orientação. Por exemplo: HF.VF (**N1** para a fachada Norte; HG.VF (**NE2** para a fachada Nordeste); HFi.VF (**L1i** para a fachada Leste); HGi.VF (**SE2i** para a fachada Sudeste); HF.VG (**S3** para a fachada Sul); HG.VG (**SO4** para a fachada Sudoeste); HFi.VG (**O3i** para a fachada Oeste) e HGi.VG (**NO4i** para uma fachada Noroeste) e assim sucessivamente. Por um sistema de códigos, cada modelo será referenciado por uma abreviação.

- **HF.VF** – elementos horizontais ortogonais em trama *fina* combinados com elementos verticais ortogonais em trama *fina* (**1**).
- **HG.VF** – elementos horizontais ortogonais em trama *graúda* combinados com elementos verticais ortogonais em trama *fina* (**2**).
- **HFi.VF** – elementos horizontais inclinados(*obliquos*) em trama *fina* combinados com elementos verticais ortogonais em trama *fina* (**1i**).
- **HGi.VF** – elementos horizontais inclinados(*obliquos*) em trama *graúda* combinados com elementos verticais ortogonais em trama *fina* (**2i**).

- **HF.VG** – elementos horizontais ortogonais em trama *fin*a combinados com elementos verticais ortogonais em trama *grá*uda (3).
- **HG.VG** – elementos horizontais ortogonais em trama *grá*uda combinados com elementos verticais ortogonais em trama *grá*uda (4).
- **HFi.VG** – elementos horizontais inclinados(*oblí*quos) em trama *fin*a combinados com elementos verticais ortogonais em trama *grá*uda (3i).
- **HGi.VG** – elementos horizontais inclinados(*oblí*quos) em trama *grá*uda combinados com elementos verticais ortogonais em trama *grá*uda (4i).

Segue representação dessas composições em perspectiva paralela para a fachada Norte (simulação: 21 de junho - 9h). Ver figura 45.

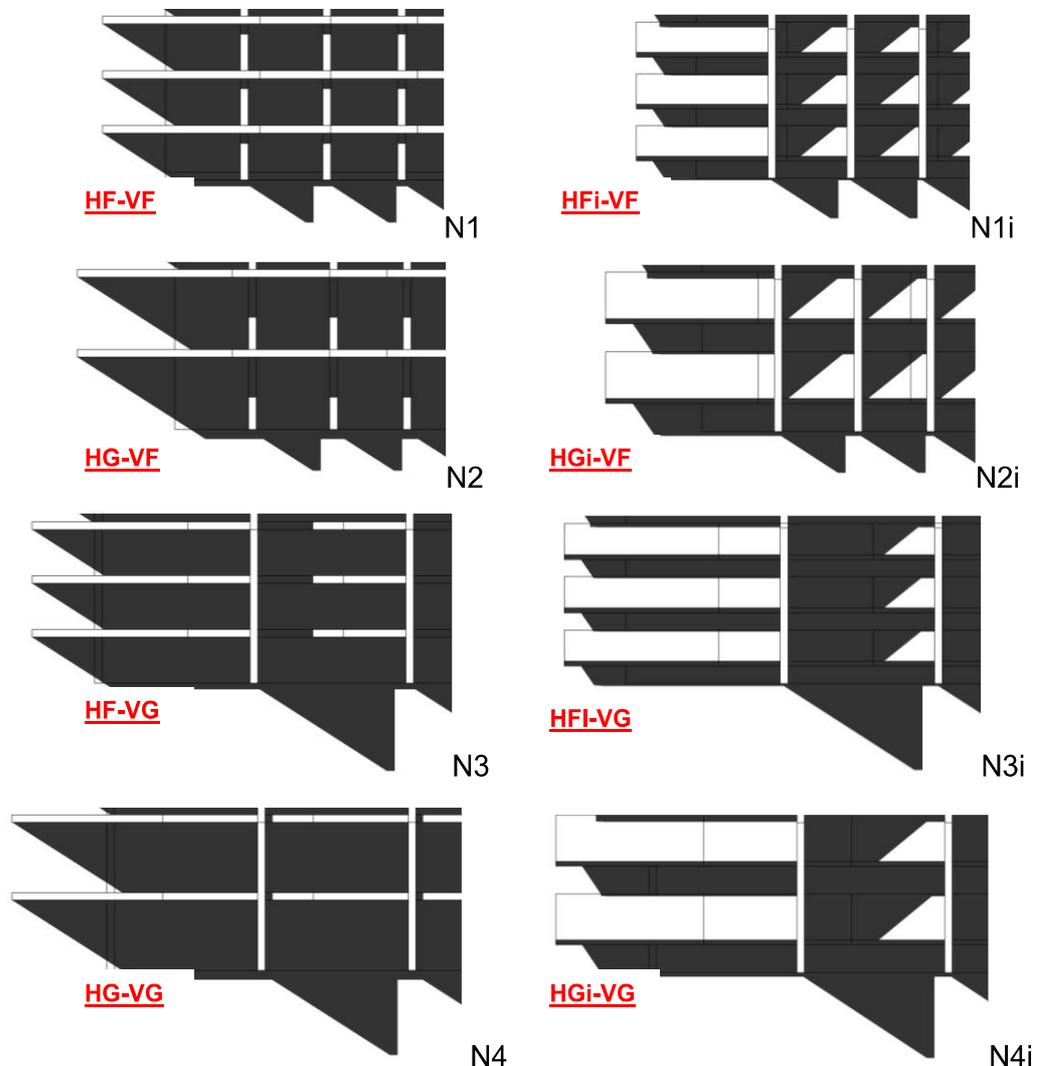


Figura 45. Composição de elementos horizontais e verticais por módulo (Fachada Norte).

Fonte: Ilustração do autor.

A intervalos regulares da incidência solar, melhor se pode perceber o efeito visual e a plasticidade do componente de proteção submetido a essa exposição. Na figura 46 tem-se a trajetória de sombreamento do componente HGi-VG para a fachada Norte.

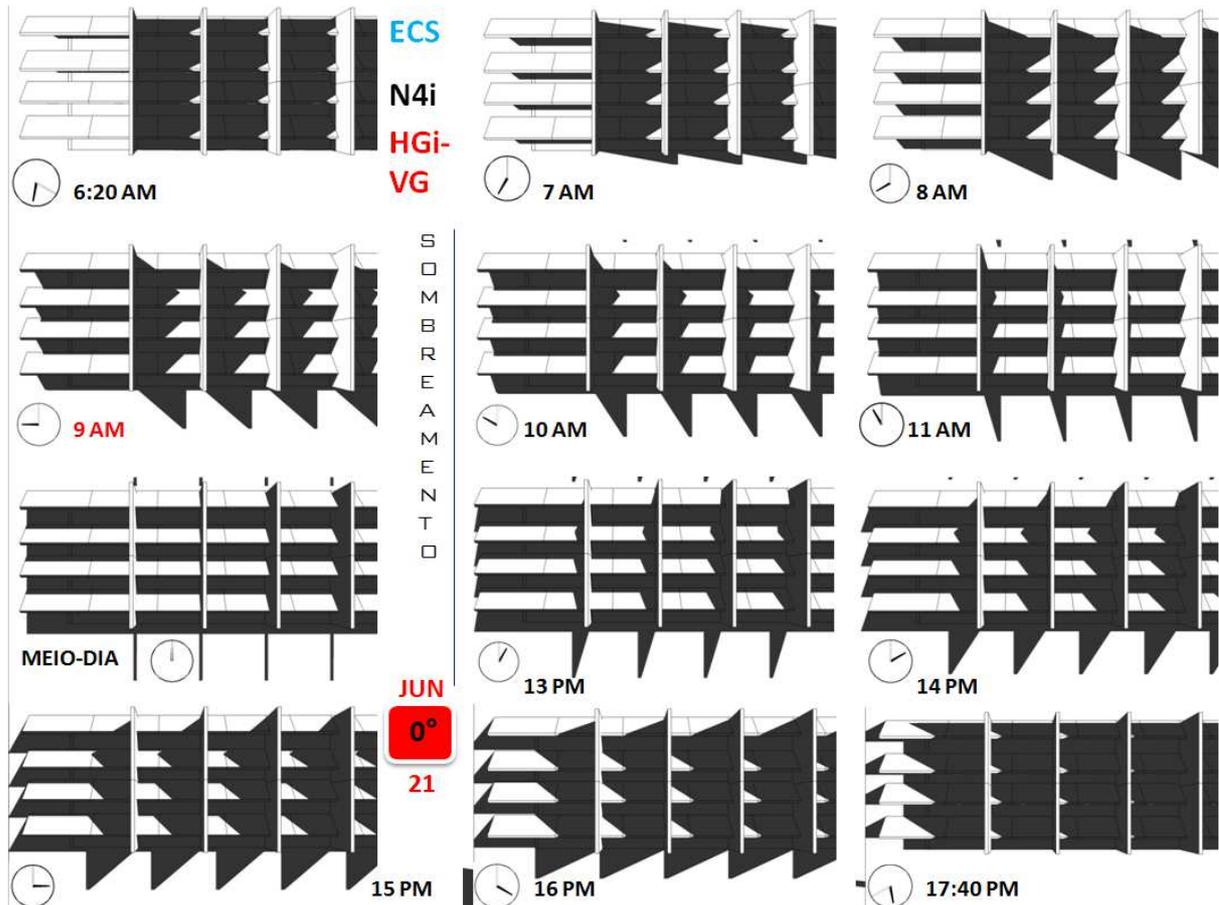


Figura 46. Efeito do sombreamento de um módulo (estendido) a intervalos regulares de tempo (Fachada Norte).

Fonte: Ilustração do autor.

Quando cruzados entre si, as fileiras horizontais e as colunas verticais fazem a identificação das “células”. Considerando a geometria, tem-se que peças paralelas em determinados conjuntos de composição vão apresentar os efeitos de textura semelhantes aos apresentados na figura 45. A partir da matriz geral (página 171) identificamos os componentes agrupados que são assim nomeados:

- **HF. VF – HF. VF** – O hífen central separa um componente HF. VF na parte superior e HF. VF na parte inferior da fachada. Nesse caso a fachada inteira apresenta a mesma configuração plástica, pois a repetição do módulo faz a fachada uniforme para esse desenho de componentes.

As demais variações se formam pela combinação de elementos **H**orizontais *finos* (ortogonais e oblíquos) e *grossos* (ortogonais e oblíquos), combinados com elementos **V**erticais *finos* (ortogonais) e *grossos* (ortogonais).

6.7. Elaboração da matriz para a composição dos elementos de proteção

Para organizar a distribuição e montagem dos painéis com as maquetes dos componentes de proteção, uma planilha listou as diferentes categorias combinadas.

As planilhas das figuras 47 e 48 relacionam a composição dos elementos de proteção de fachada, dispostos dois a dois, no nível superior e inferior do prédio. As células marcadas com numeração (cor verde) indicam que estas terão simulação computacional e textura de sombreamento marcados em horários e meses determinados (ver quadro de textura dos elementos de proteção solar – apêndice, ex.: p.88). As combinações que apenas invertem a ordem superior e inferior serão apresentadas apenas uma vez.

As peças que repetem a composição (ex.: N1-N1 ou SE1i-SE1i), foram dispensadas de representação. Os elementos marcados nas cores vermelha, laranja, amarelo, verde claro, verde escuro, ciano, azul, violeta e magenta caracterizam a identificação das orientações de fachada, com conotação apenas ilustrativa.

A numeração das representações de máscara de sombra, de texturas e de modelagem, recebe indicação correspondente às linhas das planilhas (ver figura 47) [ex.: Norte B2 – Elementos de controle solar - **2**, p.88]. Essa referência já mencionada na própria prancha segue a ordem das orientações: N, NE, L, SE, S, SO, O, NO.

N	NORTE		sup	inf		NE	NORDESTE		sup	inf		SE	SUDESTE		sup	inf
1	B2	N1	N1	HF.VF	HF.VF	1 B1	NE1	NE1	HF	HF	1 B1	SE1	LE1	HF	HF	
2	B2	N1	N1i	HF.VF	HFi.VF	2 B1	NE1	NE1i	HF	HFi	2 B1	SE1	SE1i	HF	HFi	
3	H2	N1	N2	HF.VF	HG.VF	3 H1	NE1	NE2	HF	HG	3 H1	SE1	SE2	HF	HG	
4	H2	N1	N2i	HF.VF	HGi.VF	4 H1	NE1	NE2i	HF	HGi	4 H1	SE1	SE2i	HF	HGi	
5	B8	N1	N3	HF.VF	HF.VG	5 B1	NE1i	NE1i	HFi	HFi	5 B1	SE1i	LE1i	HFi	HFi	
6	B8	N1	N3i	HF.VF	HFi.VG	6 H1	NE1i	NE2	HFi	HG	6 H1	SE1i	LE2	HFi	HG	
7	H8	N1	N4	HF.VF	HG.VG	7 H1	NE1i	NE2i	HFi	HGi	7 H1	SE1i	SE2i	HFi	HGi	
8	H8	N1	N4i	HF.VF	HFi.VG	8 E1	NE2	NE2	HG	HG	8 E1	SE2	LE2	HG	HG	
9	B2	N1i	N1i	HFi.VF	HFi.VF	9 E1	NE2	NE2i	HG	HGi	9 E1	SE2	SE2i	HG	HGi	
10	H2	N1i	N2	HFi.VF	HG.VF	10 E1	NE2i	NE2i	HGi	HGi	10 E1	SE2i	LE2i	HGi	HGi	
11	H2	N1i	N2i	HFi.VF	HGi.VF											
12	B8	N1i	N3	HFi.VF	HF.VG	L	LESTE		sup	inf	S	SUL		sup	inf	
13	B8	N1i	N3i	HFi.VF	HFi.VG	1 B1	LE1	LE1	HF	HF	1 E5	S4	S4	HG.VG	HG.VG	
14	H8	N1i	N4	HFi.VF	HG.VG	2 B1	LE1	LE1i	HF	HFi	2 E5	S4	S4i	HG.VG	HGi.VG	
15	H8	N1i	N4i	HFi.VF	HFi.VG	3 H1	LE1	LE2	HF	HG	3 E5	S4i	S4i	HGi.VG	HGi.VG	
16	E2	N2	N2	HG.VF	HG.VF	4 H1	LE1	LE2i	HF	HGi						
17	E2	N2	N2i	HG.VF	HGi.VF	5 B1	LE1i	LE1i	HFi	HFi						
18	I8	N2	N3	HG.VF	HF.VG	6 H1	LE1i	LE2	HFi	HG						
19	I8	N2	N3i	HG.VF	HFi.VG	7 H1	LE1i	LE2i	HFi	HGi						
20	E8	N2	N4	HG.VF	HG.VG	8 E1	LE2	LE2	HG	HG						
21	E8	N2	N4i	HG.VF	HFi.VG	9 E1	LE2	LE2i	HG	HGi						
22	E2	N2i	N2i	HGi.VF	HGi.VF	10 E1	LE2i	LE2i	HGi	HGi						
23	I8	N2i	N3	HGi.VF	HF.VG											
24	I8	N2i	N3i	HGi.VF	HFi.VG											
25	E8	N2i	N4	HGi.VF	HG.VG											
26	E8	N2i	N4i	HGi.VF	HFi.VG											
27	B5	N3	N3	HF.VG	HF.VG											
28	B5	N3	N3i	HF.VG	HFi.VG											
29	H5	N3	N4	HF.VG	HG.VG											
30	H5	N3	N4i	HF.VG	HFi.VG											
31	B5	N3i	N3i	HFi.VG	HFi.VG											
32	H5	N3i	N4	HFi.VG	HG.VG											
33	H5	N3i	N4i	HFi.VG	HFi.VG											
34	E5	N4	N4	HF.VG	HG.VG											
35	E5	N4	N4i	HF.VG	HFi.VG											
36	E5	N4i	N4i	HFi.VG	HFi.VG											

Figura 47. Planilha de composição dos componentes de proteção.
Fachadas: Norte, Nordeste, Leste, Sudeste e Sul.

Fonte: Ilustração do autor.

SO		SUDOESTE		sup	inf		O	OESTE		sup	inf		
1	B2	1	SO1	SO1	HF.VF	HF.VF		1	B1	OE1	OE1	HF	HF
2	B2	2	SO1	SO1i	HF.VF	HFi.VF		2	B1	OE1	OE1i	HF	HFi
3	H2	3	SO1	SO2	HF.VF	HG.VF		3	H1	OE1	OE2	HF	HG
4	H2	4	SO1	SO2i	HF.VF	HGi.VF		4	H1	OE1	OE2i	HF	HGi
5	B8	5	SO1	SO3	HF.VF	HF.VG		5	B1	OE1i	OE1i	HFi	HFi
6	B8	6	SO1	SO3i	HF.VF	HFi.VG		6	H1	OE1i	OE2	HFi	HG
7	H8	7	SO1	SO4	HF.VF	HG.VG		7	H1	OE1i	OE2i	HFi	HGi
8	H8	8	SO1	SO4i	HF.VF	HFi.VG		8	E1	OE2	OE2	HG	HG
9	B2	9	SO1i	SO1i	HFi.VF	HFi.VF		9	E1	OE2	OE2i	HG	HGi
10	H2	10	SO1i	SO2	HFi.VF	HG.VF		10	E1	OE2i	OE2i	HGi	HGi
11	H2	11	SO1i	SO2i	HFi.VF	HGi.VF							
12	B8	12	SO1i	SO3	HFi.VF	HF.VG		NO	NOROESTE		sup	inf	
13	B8	13	SO1i	SO3i	HFi.VF	HFi.VG		1	B1	NOE1	NOE1	HF	HF
14	H8	14	SO1i	SO4	HFi.VF	HG.VG		2	B1	NOE1	NOE1i	HF	HFi
15	H8	15	SO1i	SO4i	HFi.VF	HFi.VG		3	H1	NOE1	NOE2	HF	HG
16	E2	16	SO2	SO2	HG.VF	HG.VF		4	H1	NOE1	NOE2i	HF	HGi
17	E2	17	SO2	SO2i	HG.VF	HGi.VF		5	B1	NOE1i	NOE1i	HFi	HFi
18	I8	18	SO2	SO3	HG.VF	HF.VG		6	H1	NOE1i	NOE2	HFi	HG
19	I8	19	SO2	SO3i	HG.VF	HFi.VG		7	H1	NOE1i	NOE2i	HFi	HGi
20	E8	20	SO2	SO4	HG.VF	HG.VG		8	E1	NOE2	NOE2	HG	HG
21	E8	21	SO2	SO4i	HG.VF	HFi.VG		9	E1	NOE2	NOE2i	HG	HGi
22	E2	22	SO2i	SO2i	HGi.VF	HGi.VF		10	E1	NOE2i	NOE2i	HGi	HGi
23	I8	23	SO2i	SO3	HGi.VF	HF.VG							
24	I8	24	SO2i	SO3i	HGi.VF	HFi.VG							
25	E8	25	SO2i	SO4	HGi.VF	HG.VG							
26	E8	26	SO2i	SO4i	HGi.VF	HFi.VG							
27	B5	27	SO3	SO3	HF.VG	HF.VG							
28	B5	28	SO3	SO3i	HF.VG	HFi.VG							
29	H5	29	SO3	SO4	HF.VG	HG.VG							
30	H5	30	SO3	SO4i	HF.VG	HFi.VG							
31	B5	31	SO3i	SO3i	HFi.VG	HFi.VG							
32	H5	32	SO3i	SO4	HFi.VG	HG.VG							
33	H5	33	SO3i	SO4i	HFi.VG	HFi.VG							
34	E5	34	SO4	SO4	HF.VG	HG.VG							
35	E5	35	SO4	SO4i	HF.VG	HFi.VG							
36	E5	36	SO4i	SO4i	HFi.VG	HFi.VG							

Figura 48. Planilha de composição dos componentes de proteção. Fachadas: Sudoeste, Oeste e Noroeste.

Fonte: Ilustração do autor.

7. RESULTADOS PROPOSTOS E DISCUSSÃO

7.1. Quadro de texturas dos elementos de proteção

O padrão de texturas definido pela quantidade de peças aplicadas nas fachadas, de forma contínua ou fracionada cria efeitos visuais diferenciados. Os padrões lineares tem a capacidade de enfatizar a verticalidade ou horizontalidade da forma arquitetônica (CHING,1998).

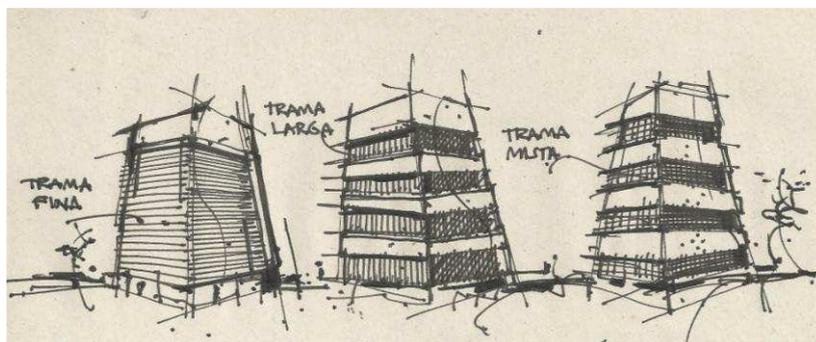


Figura 49. Estudo do efeito dos protetores como tramas finas, largas ou mistas.

Fonte: Ilustração do autor.

Quando há falta de um desenho projetual para as aberturas, mesmo que oriundo de alguns critérios de padronização, estas se mostram comumente mal dimensionadas e/ou associadas à orientação imprópria, sem envelopamento ou artifício de proteção. Os efeitos resultantes dessa disposição atestam uma ineficiência no domínio da iluminação natural. Identificada essa lacuna na tipologia mais comum das edificações locais, foi proposto um estudo que relaciona elementos simples da geometria, como planos retos, à composição de tramas reticuladas na condição de dispositivos de sombreamento.

Os elementos de proteção podem variar em tamanho, profundidade ou forma, e estabelecer padrões de textura conforme o espaçamento entre as peças distribuídas na superfície das fachadas, bem como ajustar-se às composições plásticas em torno da seção volumétrica da edificação. Um bom exemplo é o sombreamento gerado pelos elementos de proteção solar na fachada Sul do prédio do Banco do Nordeste (4° Latitude Sul), que traz uma composição de brises verticais inseridos em painéis horizontais afastados do plano de esquadrias. Essa tipologia tira partido formal do jogo de linhas horizontais e verticais como intenção plástica, através do desenho de linhas, frisos e painéis. Ver figura 50.

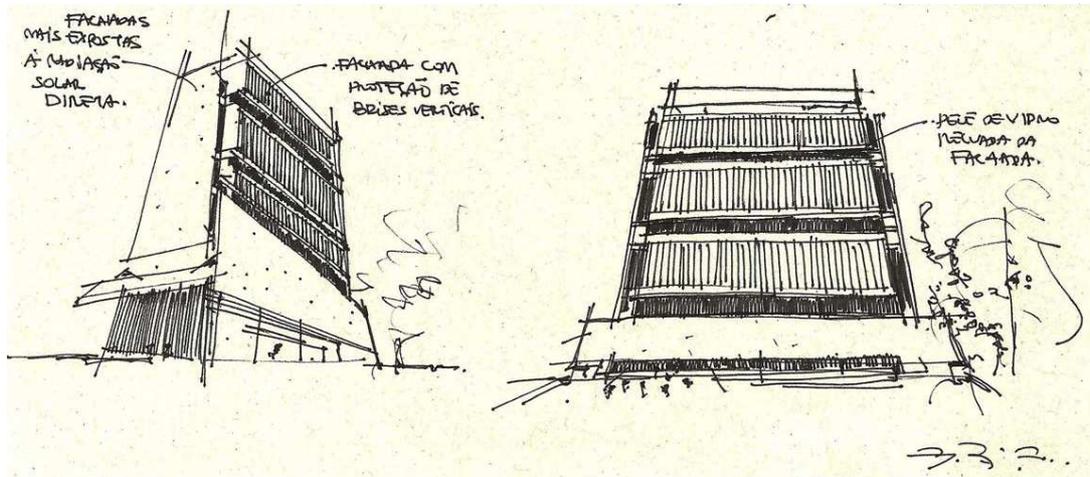


Figura 50. Elementos de proteção verticais. Centro Cultural Banco do Nordeste. Rua Major Facundo, nº941, Centro. Fortaleza-CE.

Fonte: Ilustração do autor.

Nesse estudo de fachada, a partir do modelo existente, foram simulados os efeitos das tramas abertas e fechadas, incorporando efeitos visuais de luz difusa ou reflexiva. Ver figura 51.

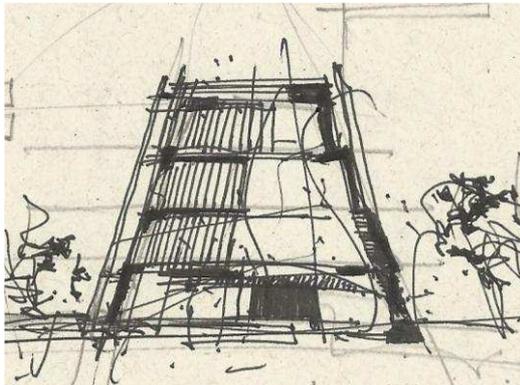


Figura 51. Estudo do efeito de tramas abertas e “cegas”. Centro Cultural Banco do Nordeste. Rua Major Facundo, nº941, Centro. Fortaleza-CE.

Fonte: Ilustração do autor.

A figura 52 mostra algumas variações possíveis para a montagem e composição de elementos mistos em fachadas de edifícios de seção retangular, angular e elíptica. Seguem na ilustração: (a) variação da profundidade das marquises proporcionais à necessidade de sombreamento em cada orientação. Essa defasagem do alinhamento na direção vertical de cada fachada cria um dinamismo angular, sugerindo a idéia de movimento, por um efeito ótico provocado pelo escalonamento. A silhueta do corpo do prédio irá proporcionar uma quebra da regularidade formal, valorizando a plasticidade do volume resultante; (b) ainda na mesma ilustração, tem-se uma padronização do espaçamento vertical dos brises horizontais, formando uma textura rica pela modificação gradual de seu padrão. Tira-se

partido com isso do dimensionamento das peças que variam no sentido da profundidade (horizontal) e distanciamento vertical (aproximação e distanciamento das peças), ao apropriar-se da linguagem simbólica de corpo e coroamento da edificação; (c) na outra opção de mascaramento, tem-se o aproveitamento das obstruções adjacentes de um conjunto de blocos, o que suprime qualquer utilização de protetores nos trechos com sombreamento externo; (d) a diversificação dos componentes, com distribuição moldada pela geometria solar, ou pelo sombreamento requerido por suas faces, praticamente mantém o mesmo gasto de material com uma eficácia diferenciada; (e) é possível ter-se uma variação não-concêntrica da linha de construção horizontal que delimita o dimensionamento dos elementos verticais radiais, vistos em planta; (f) e por fim, tem-se uma representação de marquises ovais ou elípticas, com seu desenho graduado pela linha contínua que acompanha a trajetória solar em torno da edificação circular.

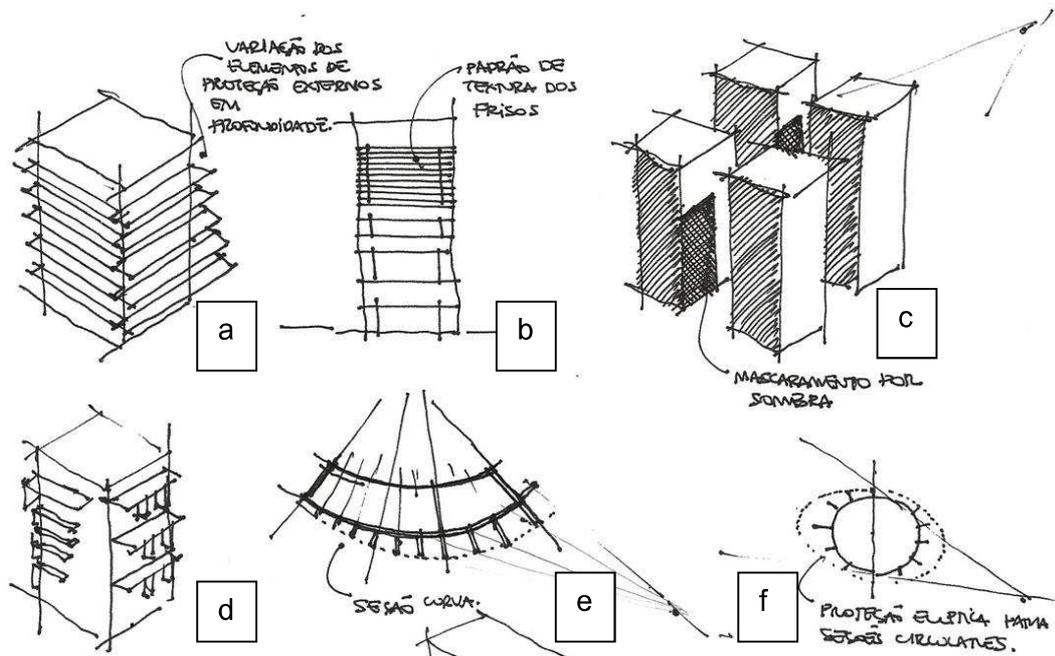


Figura 52. Estudos de componentes de proteção com tamanhos variados.

Fonte: Ilustração do autor.

As composições dos elementos de proteção no plano de fachada, para efeito de sombreamento, podem ser complementados ou associados à própria variação das seções volumétricas da edificação, diversificando assim o vocabulário plástico com resposta de igual eficiência. Ver figura 53.

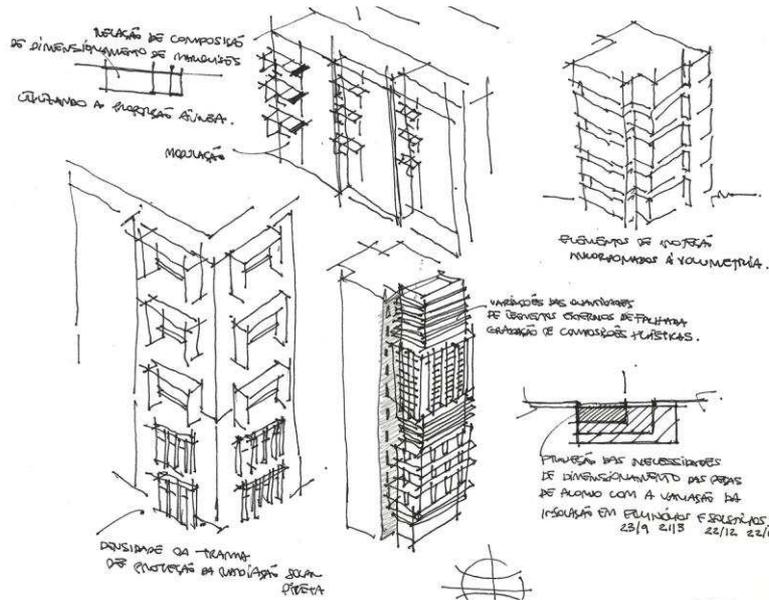


Figura 53. Estudo de composição de fachadas: tramas.

Fonte: Ilustração do autor.

A partir da matriz geral das texturas (ver p.171), foram catalogadas as principais composições dos dispositivos de proteção desse estudo para sua representação tridimensional. Os componentes foram organizados na sequência horária das orientações. Foram selecionadas as datas e horas compatíveis com a melhor caracterização do efeito plástico do sombreamento produzido pela projeção da luz nos componentes aplicados às aberturas.

Das 81 combinações possíveis da matriz geral (9 linhas x 9 colunas), somente 20 (vinte) “células” possuem características de eficiência, considerando que cada fachada demanda uma proteção completa onde se encontram as aberturas.

São elas:

- Para a fachada Norte, Sudoeste (B2, B5, B8, B9, E2, E5, E8, E9, H2, H5, H8, H9, I2, I5, I8, I9).
- Para a fachada Nordeste, Leste, Sudeste, Oeste e Noroeste (B1, E1, H1, I1).
- Para a fachada Sul (E5).

Alguns esclarecimentos sobre a escolha da representação gráfica e sua simbologia de identificação. Para cada matriz de textura há uma quantidade diferente de combinações, por exemplo: Fachada Norte: 16 painéis.

Cada painel apresenta uma diagramação com quadro de identificação com as seguintes características:

Quadro de orientação: NORTE

- Localização na matriz de textura: B2 (Ver figura 47).
- Padrão de textura: HF x VF

Posicionamento do componente superior: HF. VF (N1) e inferior: HFi.VF (N1i).

Ver figura 54.

NORTE	2	VF	N1
B	HF	HF.VF-HFi.VF	N1i

Figura 54. Quadro de Identificação.

Fonte: Ilustração do autor.

Representação tridimensional das fachadas:

- Combinação de componentes por abertura (parte superior e inferior) representando duas variações de textura por fachada, independente da proporção de aplicação.
- Fachada perspectivada.
- Data e hora da incidência solar (Solstício e equinócio). Ver figura 55.

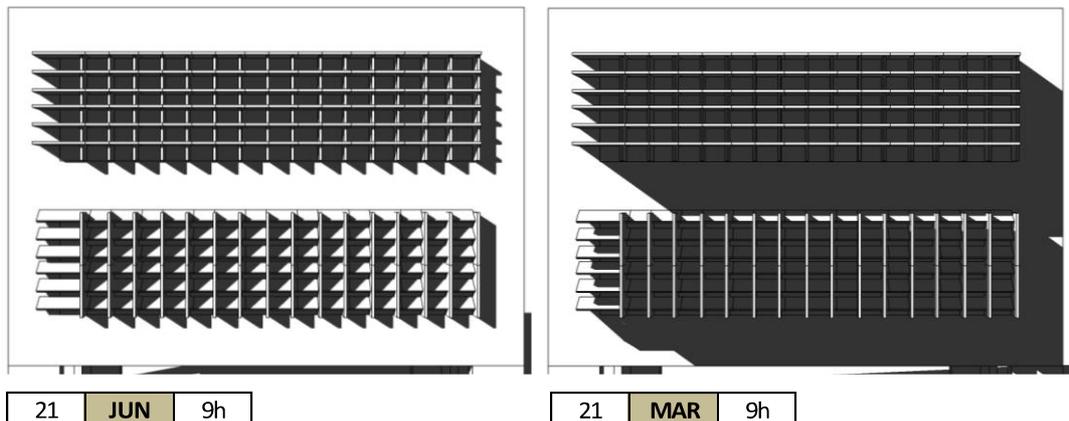
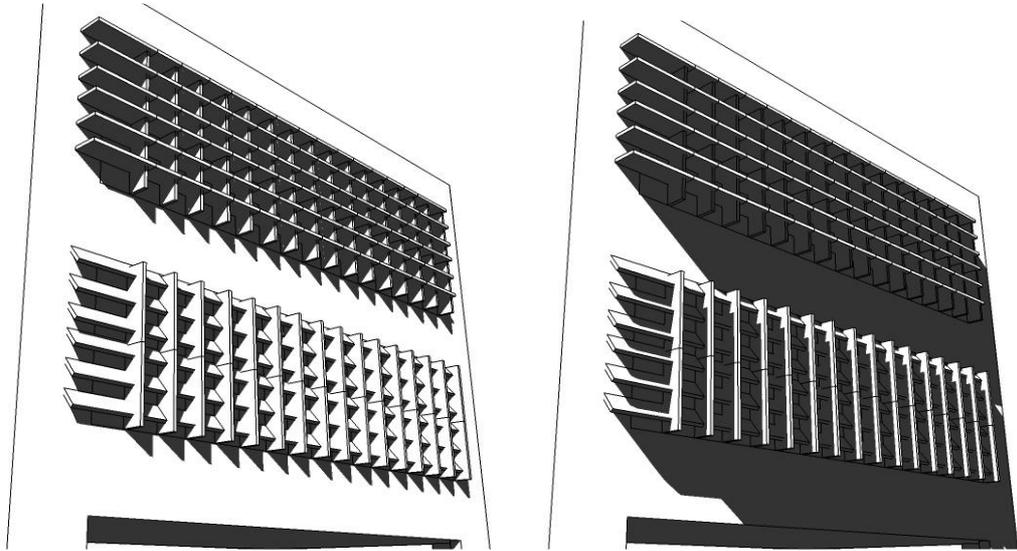


Figura 55. Fachadas Norte.

Fonte: Ilustração do autor.

- Perspectivas



- Perspectivas setoriais

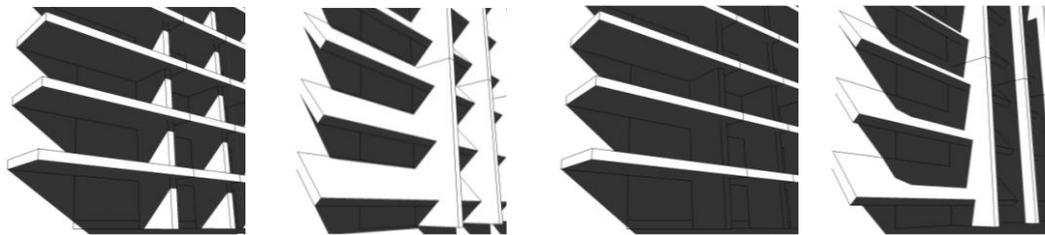


Figura 56. Perspectivas.

Fonte: Ilustração do autor.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através de alguns parâmetros geométricos, aqui neste trabalho representados por peças horizontais e verticais que emolduram esquadrias ou quaisquer outros tipos de abertura que permitam a entrada de luz, foi possível formatar e identificar alguns padrões plásticos que se repetem sob determinadas necessidades de sombreamento.

Através dos ângulos que guardam a “memória” do sombreamento desejado, é de grande amplitude plástica a aplicação desses componentes. O estudo aqui demonstrado tratou inicialmente da “célula” de proteção como uma peça que pode se multiplicar pela fachada, em sua distribuição horizontal e vertical, tão versátil possa ser essa aplicabilidade. Para ângulos definidos para o posicionamento e dimensionamento dos protetores, toda uma sorte de componentes pode se alinhar sob essa mesma máscara de sombra, não revelando os ângulos que parecem ocultos, mas exteriorizando na leitura visual o caráter racional de sua geometria.

Corriqueiramente, várias dessas combinações são percebidas como um desenho da plasticidade das peças que compõem elementos de fachada, como adereços e contrapontos estéticos, embora isso possa esconder a verdade da sua eficiência na proteção e controle da luz natural, bem antes do apelo visual sugerido pelo arremate de suas peças. São relações interligadas que exploram a ambivalência forma-função; quando a expressão plástica, no traçado de suas linhas e planos, registra em seus painéis o desenho móvel da luz que a modifica pelo posicionamento e variação de intensidade; enquanto a funcionalidade tem o caráter de proteger, resguardar-se da luz excessiva, atestar sua eficácia. Isso cria uma variedade ótica, nessa perspectiva, como se as peças estáticas sob o efeito da luz é que parecem mover-se, percebidas a intervalos distintos no decorrer do dia (Ver figura 46). E nessa linguagem, da plasticidade da luz, que brinca com a forma no contraste do claro e escuro, que os protetores ganham uma identidade dinâmica além das características físicas das peças que os integram.

Constatar a viabilidade do uso dos ECS (Elementos de Controle Solar) nas fachadas, pela adaptabilidade às diversas tipologias arquitetônicas, pela versatilidade plástico-formal de seus componentes é o propósito desse estudo; mantendo dentro de diferentes padrões geométricos a eficácia no controle do sombreamento, ampliando e reconhecendo esse vocabulário formal.

Os gráficos e tabelas, a quantidade de elementos de proteção para cada orientação, gerados pela combinação entre os mesmos, é o resultado apresentado nessa pesquisa. Identificar nos projetos arquitetônicos o repertório dos elementos de controle solar

quanto à composição plástica, utilizá-los como referência visual para novos modelos de composição.

Este é um trabalho aberto, por isso muitas outras combinações podem ser aqui sugeridas: composição de elementos de proteção a partir das arestas dos volumes das edificações (ver figura 33); relações matemáticas (proporção áurea); relações entre formatos; composição com elementos móveis; arranjos com padrões de brises uniformes e não-uniformes.

Pela catalogação dos modelos desenvolvidos para a latitude de Aracaju, é possível escolher, entre muitas opções, componentes de proteção que possam ser aplicados às aberturas como alternativas plástico-formais para cada orientação correspondente. Os ângulos definidos devem ser preservados como referência de proporcionalidade entre as peças, ajustando-se conforme a variação das dimensões horizontal e vertical da abertura de uma área poligonal quadrada ou retangular. Isso vai garantir a configuração geométrica, a identidade da composição e o efeito visual do sombreamento.

Dentro dessa contextualização, de forma atemporal, a necessidade do controle da insolação e da luminosidade se apresenta como de fundamental importância para a qualidade de um projeto de arquitetura.

A aplicação dos elementos de controle solar nas fachadas permanece sempre atual, mesmo com o avanço das tendências arquitetônicas; pois se constitui um recurso estratégico de desenho que dá resposta à necessidade milenar de sombreamento para lograr a proteção “funcional” frente ao rigor das radiações solares em climas quentes e tropicais, cujas “mudanças” somente acentuam sua necessidade (PEREZ, 2012).

A abordagem que cabe aqui apreciar é que mesmo que a Arquitetura passe por transformações, ainda que a tecnologia agregue um caráter de vanguarda a seu partido formal, a luz natural representada pela fonte solar, em seu estado primário de radiação luminosa, deve ser sempre considerada por suas propriedades físicas de luz e calor, inclusive.

Na dicotomia entre luz e sombra, esta última torna-se um dos recursos mais eficazes no combate ao desconforto da radiação, portanto um pré-requisito de vital importância para um projeto de arquitetura nos trópicos.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Rio de Janeiro. **NBR 5413** – Iluminância de interiores – Terminologia, 1992.
- ALUCCI, Márcia Peinado. **Manual para dimensionamento de aberturas e otimização da iluminação natural na arquitetura**. São Paulo: FAUUSP, 2006.
- AMORIM, Cláudia Naves David. **Recursos físicos para a luz natural** – Curso de Pós-Graduação em Projetos Luminotécnicos (2006).
- ARNHEIM, Rudolf. **Arte e percepção visual: Uma psicologia da visão criadora**. Nova versão/Rudolf Arnheim; tradução de Ivone Terezinha de Faria. São Paulo. 20. reimp, da 1.ed. de 1980.
- BAKER, Nick; STEEMERS, Koen, – **Daylight Design of Buildings**. Published by James & James (Science Publishers), UK. 2002.
- BAKER, Geoffrey H. **Análise de la Forma, Urbanismo y Arquitectura**. Escuela de Arquitectura, Universidad de Tulane, New Orleans. Ediciones G.Gilli, S.A. de C.V., México. 1989.
- BARBOSA, Eliane; PORTO, Maria Maia. **Arquitetura Moderna – Permeabilidade visual através de soluções de fachada**. ENCAC. Maceió. 2005.
- BELLIA, Laura; DE FALCO, Francesco; MINICHIELLO, Francesco. **Effects of solar shading devices on energy requirements of stand-alone office buildings for Italian climates**. Applied Thermal Engineering, 54. Universidade de Nápoles, Itália. 2013.
- BITTENCOURT, Leonardo. **Uso das Cartas Solares – diretrizes para arquitetos**. EDUFAL – Maceió – AL. Universidade Federal de Alagoas, 2004.
- BITTENCOURT, Leonardo; CANDIDO, Christina. **A Ventilação Natural**. EDUFAL – Maceió – AL. Universidade Federal de Alagoas, 2006.
- BOGO, Amílcar José; PEREIRA, Fernando Oscar Ruttkay; CLARO, Anderson. **Análise comparativa do fluxo luminoso e da transmitância em aberturas com elementos de controle solar da mesma máscara de sombra e configurações físicas diferentes**. Ouro Preto. IX Encontro Nacional e V Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído. Agosto 2007
- CAPELUTO, I. Guedi. **Energy performance of the self-shading building envelope**. Climate and Energy Laboratory in Architecture, Faculty of Architecture and Town Planning, Israel. 2002.
- CHENG, Li Cheng; LIAU, Ling-Mei; CHOU, Chia-Peng. **A study of summarized correlation with shading performance for horizontal shading devices in Taiwan**. National Taiwan University of Science and Technology Solar Energy 90. Science Direct (2013).
- CHING, Francis D. K. **Arquitetura, Forma, Espaço e Ordem** – São Paulo: Martins Fontes, 1998.
- CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos. **Em busca de uma Arquitetura sustentável para os trópicos: conforto ambiental** – 2ª. Ed. rev. e ampl. – Rio de Janeiro: Revan (2009).
- DA SILVA, Mauri Luiz. **Luz, Lâmpadas e Iluminação**. São Paulo. Ciência Moderna. 2004.
- DUTRA, Luciano; ANDRADE, Suely Ferraz. **Proteções solares e outras estratégias de sombreamento em edifícios públicos e comerciais de Florianópolis**. Universidade de Santa Catarina – UNISUL. ENCAC, Ouro Preto, 2007.
- EL-REFAIE, M. F. **Performance Analysis of External Shading Devices. Building and Environment**. Vol. 22. Printend in Great Britain. 1987
- FROTA, Anésia Barros. **Geometria da Insolação**. São Paulo: Gerus, 2004.

- HERZOG, Thomas. **Solar energy in Architecture and Urban Planning**. Berlin, 1996.
- HOLANDA, Armando de. **Roteiro para construir no Nordeste, arquitetura como lugar ameno nos trópicos ensolarados**. Recife, Universidade Federal de Pernambuco, Mestrado de Desenvolvimento Urbano, 1976.
- KENSEK, Karen; NOBLE, Douglas; SCHILER, Marc; SETIADARMA, Effendi. **Shading Mask: a teaching tool for sun shading devices**. University of Southern California, Scholl of Architecture. Los angeles.CA (1996).
- LA PEREZ, Guillermo. **Brise soleil, recurso arquitetônico de controle solar, evolución e propuesta de diseño optimizado para Camaguey**. Arquitectura y Urbanismo. Vol.XXXIII, 2012.
- LEITE, Juliano Silva de Vasconcelos. **Análises de elementos arquitetônicos de proteção solar em edificações institucionais na cidade de Natal/RN: Diretrizes Projetuais**. Natal 2003. Dissertação de mestrado (Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte). Disponível em:<[HTTP://ppgau. ufrn .br /dissertações/julianosv.pdf](http://ppgau.ufrn.br/dissertações/julianosv.pdf)> Acesso em: 16 de outubro de 2012.
- NESBITT, Kate. **Uma nova agenda para a arquitetura**. Analogia Teórica 1965-1955. São Paulo: Cosac&Naif, 2006.
- OLGAY, Aladar; Olgyay, Victor. **Solar Control and Shading Devices**. Princeton, New Jersey, 1976.
- OLGAY, Victor. **Arquitetura y Clima**. Princeton University Press, 2004.
- PHILLIPS, Derek. **Daylighting: natural light in architecture**. Oxford, 2004.
- REQUENA-RUIZ, I. **Bioclimatism in the Architecture of Le Corbusier: The Millowners Association Building**. Informes de la Construccion Universidad de Alicante (Espana). 2012.
- RIVERO, Roberto. **Acondicionamento Térmico Natural. Arquitetura e Clima**. Porto Alegre, Ed. Luzzatto, 1985.
- SADINENI, Suresh B; MADALA, Srikanth; BOEHN, Robert F. **Passive building energy savings: A review of building envelope components**. Center for Energy Research, Howard R. Hughes College of Engineering, University of Nevada Las Vegas, EUA, 2011.
- SERRA, Geraldo G. **Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo: guia prático para o trabalho de pesquisadores em pós-graduação**. São Paulo: Edusp: Mandarin, 2006.
- TREGENZA, Peter; LOE, David. **The design of lighting**. London. E&FN Spon, 1998.
- TZEMPELIKOS, Athanassios; ATHIENITIS, Andreas K. **The impact of shading design and control on building cooling and lighting demand**. Science Direct. 2006.
- U. Eicker, V. Fux, U. Bauer, L. Mei, D. Infield. **Façades and summer performance of buildings**. Energy and Buildings. Science Direct. 2008.
- VIANNA, Nelson Solano e GONÇALVES, Joana Carla Soares. **Iluminação e Arquitetura**. São Paulo: Geros S/C Ltda., 2001.

10. APÊNDICES

O desenho do elemento de proteção padrão é representado por: vista (elevação), planta e corte (vista lateral). Tem seus ângulos transferidos para a carta solar. Essa prancha é denominada Proteção das Aberturas (para a fachada Norte, ver página 83).

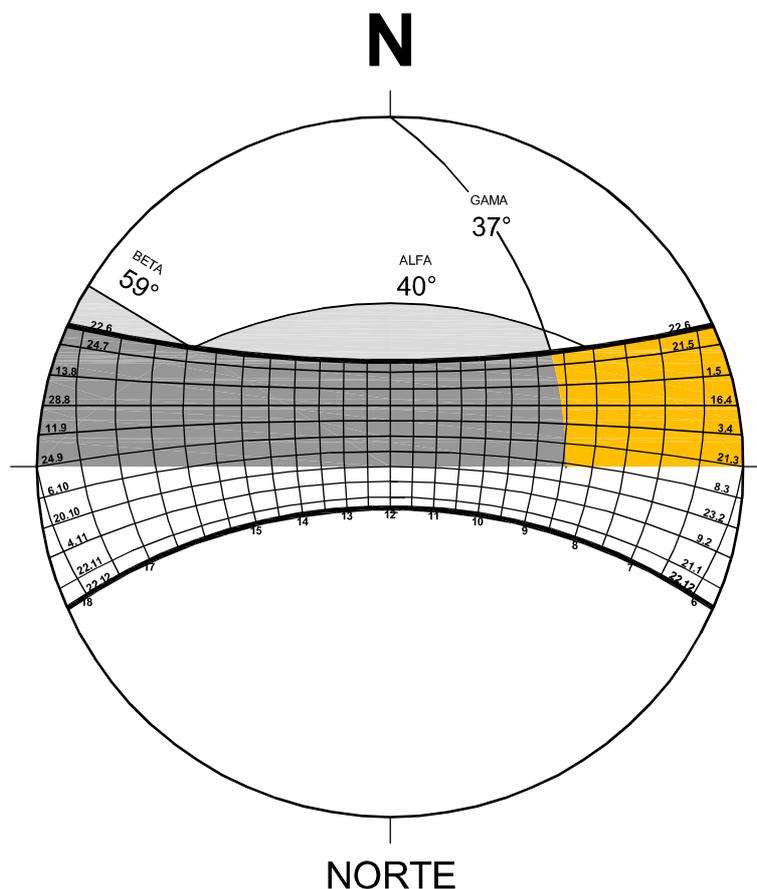
Na sequência, tem-se a prancha denominada Elenco dos Componentes de Proteção. A partir do componente padrão para a abertura, marquises horizontais e brises verticais são subdivididos em peças menores. A repetição modular determina uma trama de textura mais fina ou mais graúda. Outras variações desses componentes ocorrem pela inclinação das peças horizontais (para a fachada Norte, ver páginas 84-87).

A representação tridimensional dos elementos de fachada e a configuração de seus dispositivos de sombreamento são destacadas em contraste com a luz (para a fachada Norte, ver páginas 88-103).

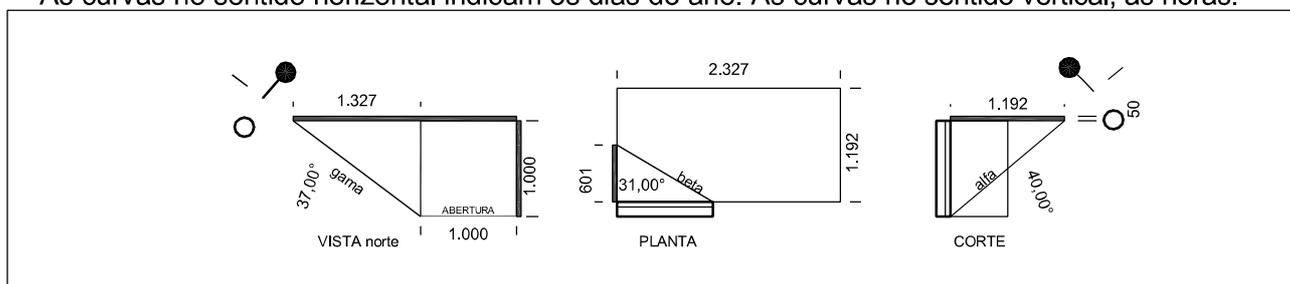
A matriz que representa as Texturas de Proteção em Fachadas relaciona as composições na identificação alfa-numérica de linhas e colunas. Uma célula da matriz B2, por exemplo, originalmente contém elementos de proteção horizontal e vertical perpendiculares ao plano de fachada. Por uma separação assimétrica a fachada se divide em proporções de 1/3(um terço) e 2/3(dois terços). A variação oblíqua das peças horizontais forma por combinação dois a dois o conjunto das quatro “células” (fachadas) da “família” B2. A célula de cada família (B2) que tem associado o ícone gráfico da orientação (N1. N1i) [ver página 104] é exemplificada por simulação computacional em horários específicos de solstício e equinócio [ver página 88]. Todas as combinações representadas, independente da ordem da composição superior e inferior, aparecem uma única vez.

As células com impressão da trama em **negrito** representam as possibilidades de combinação (texturas superior e inferior). As famílias de células que têm sua impressão gráfica *esmaecida* significam que já tiveram suas configurações geométricas e composições plásticas apresentadas por outras células da matriz (alternância de posição superior e inferior). Por exemplo: a célula (N1. N3) [representação em **negrito**] da família B8 repete sua composição em posição alternada com a célula (N3. N1) [representação *esmaecida*] da família B9. Para a fachada Norte (Ver página 104).

Todas as outras orientações obedecem a essa sequência de pranchas.



A área hachurada em laranja indica o período de insolação. A cinza escura indica a sombra efetiva. A área hachurada na cor cinza claro, indica a máscara de sombra do objeto. As curvas no sentido horizontal indicam os dias do ano. As curvas no sentido vertical, as horas.



Para a orientação Norte, as aberturas nessa fachada estarão protegidas em março e setembro a partir das 8h30min - respectivamente nos equinócios de outono e primavera . Essa proteção segue progressivamente até o solstício de inverno - 21 de junho - a partir das 8h45min.

Esta estratégia de proteção evita as temperaturas mais elevadas principalmente no período da tarde, onde o nível elevado de radiação deve ser evitado.

A carta solar apresenta a máscara de sombra do componente solar e sua proteção efetiva.

O ângulo Alfa representa a altura solar. Pode ser encontrado no CORTE.

Este ângulo determina a profundidade da peça horizontal.

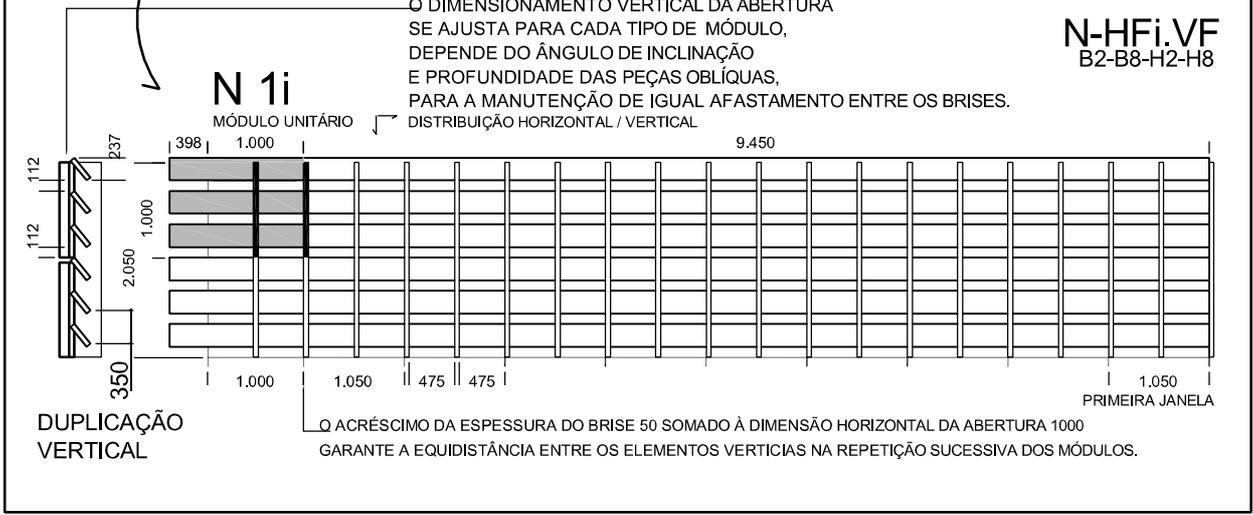
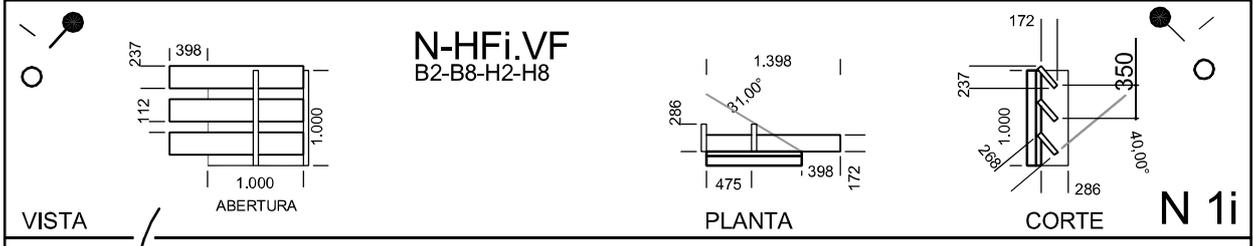
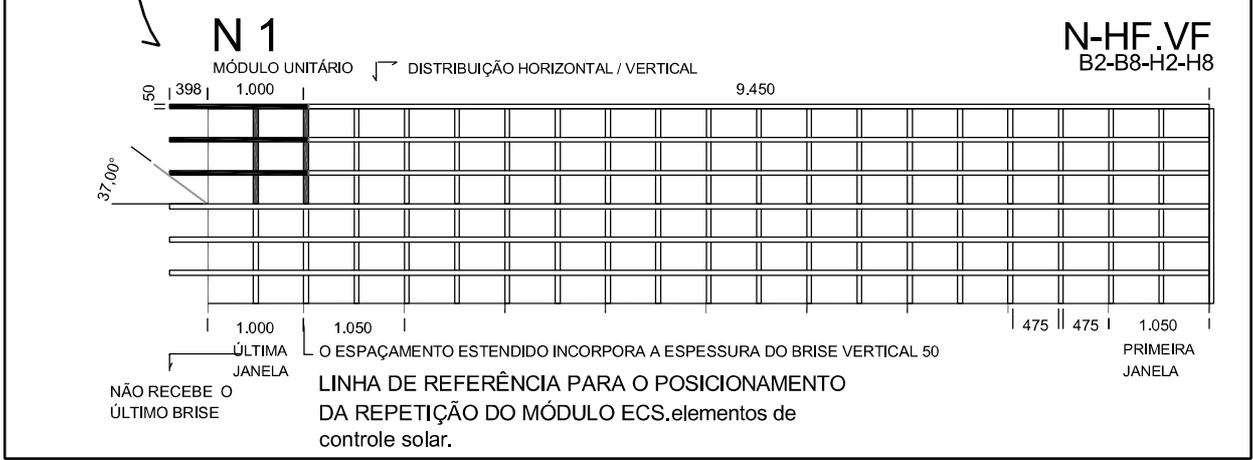
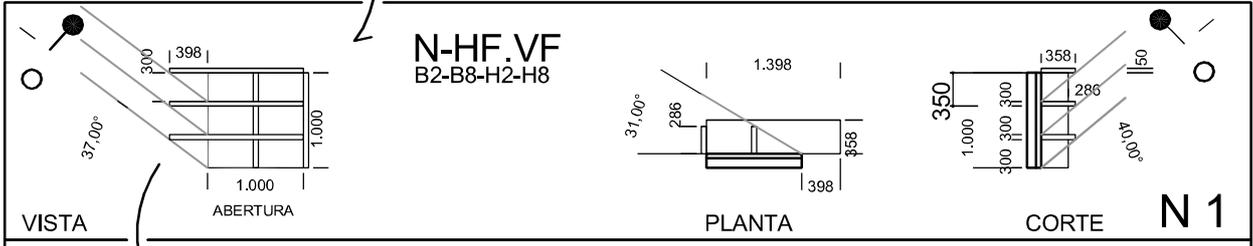
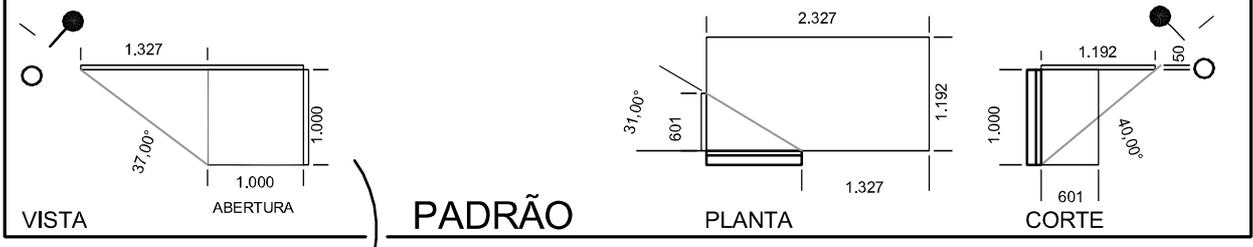
O ângulo Beta representa a posição relativa do sol a partir do Norte verdadeiro. Vê-se na PLANTA.

Os ângulos Gama são ângulos que vão limitar o sombreamento das peças horizontais e verticais, quando estas tiverem dimensões finitas.

O ângulo gama encontra-se na VISTA frontal da abertura.

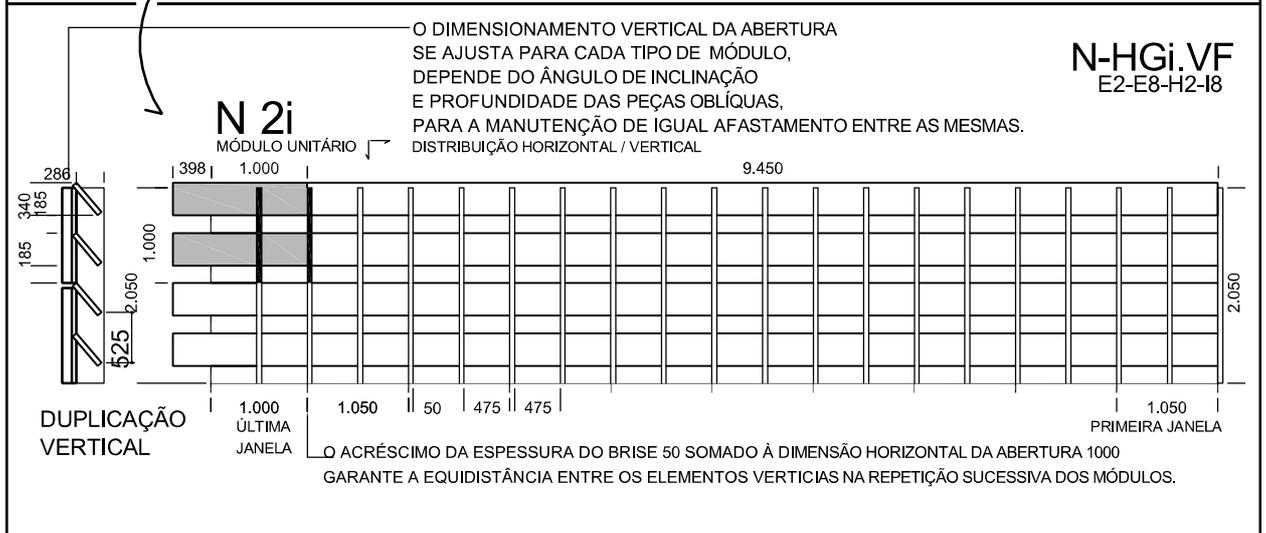
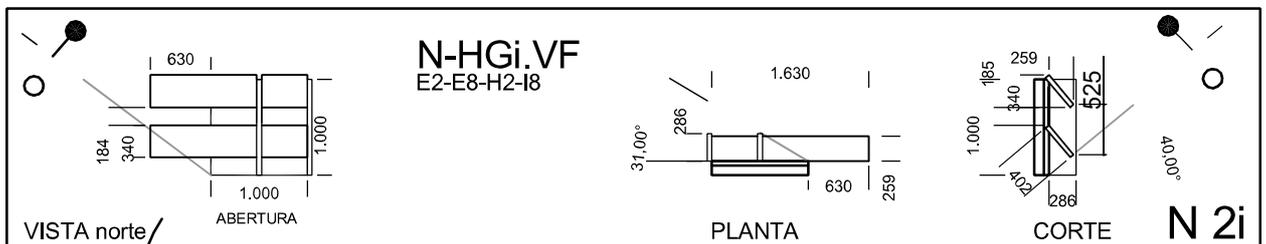
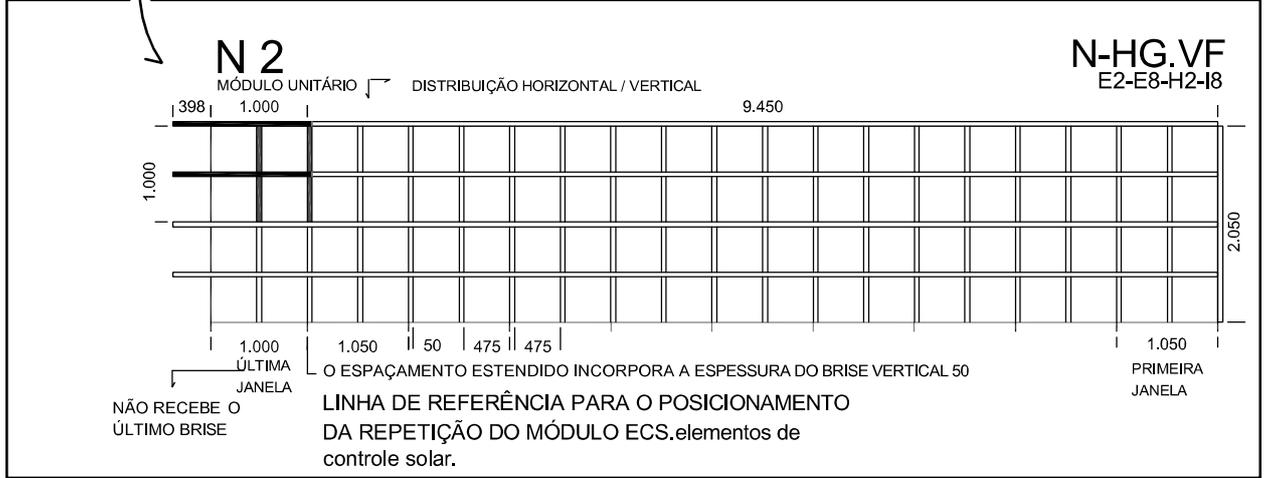
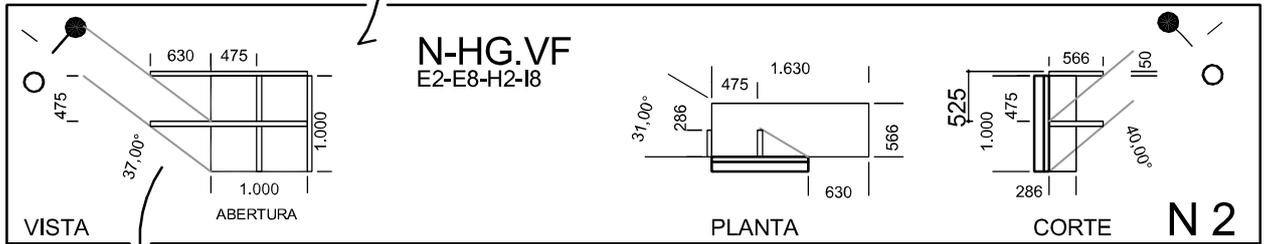
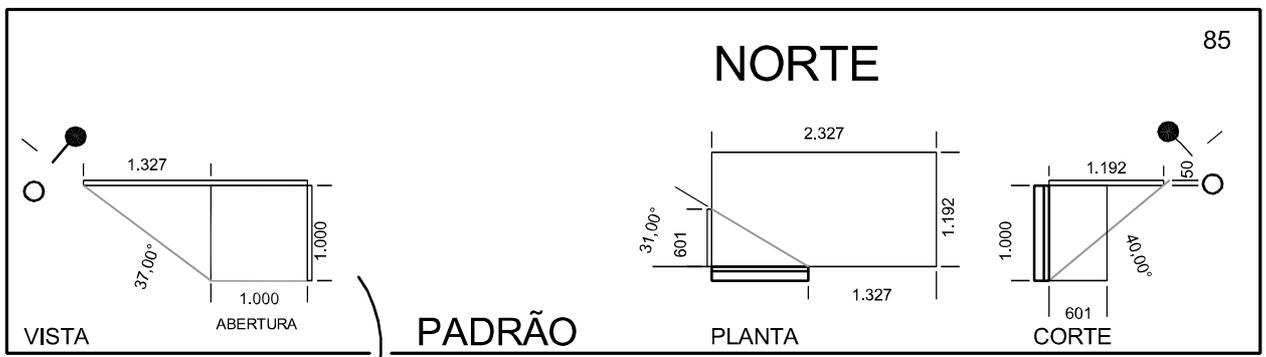


NORTE



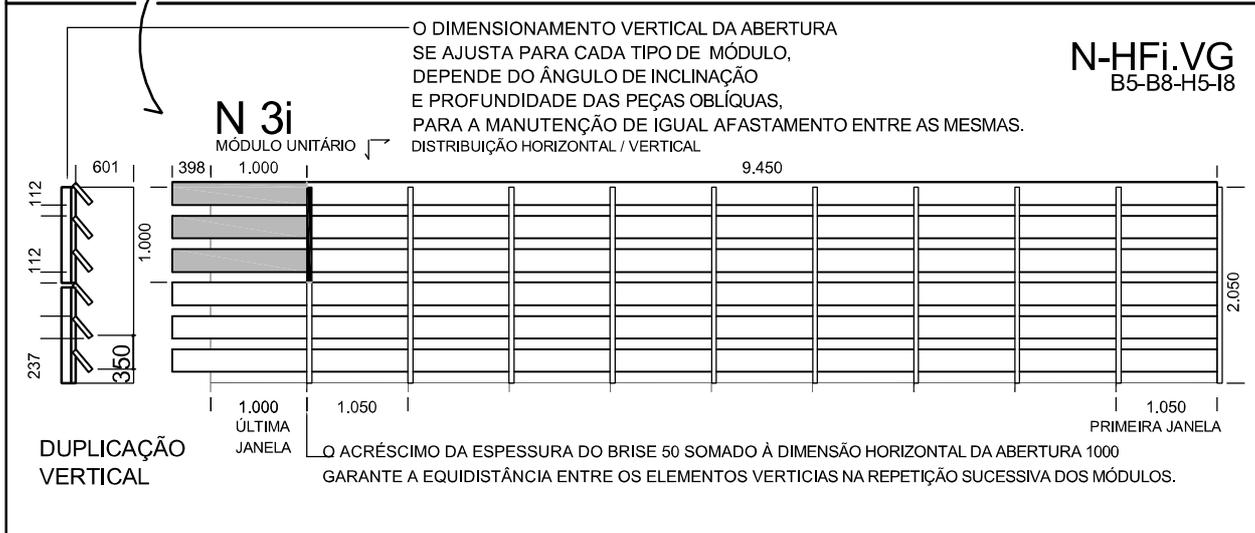
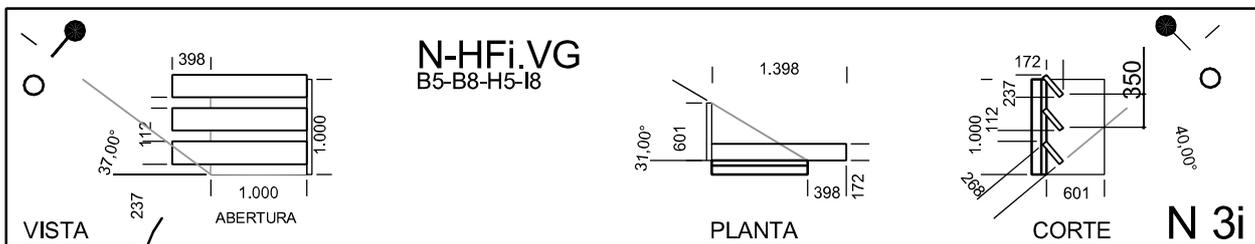
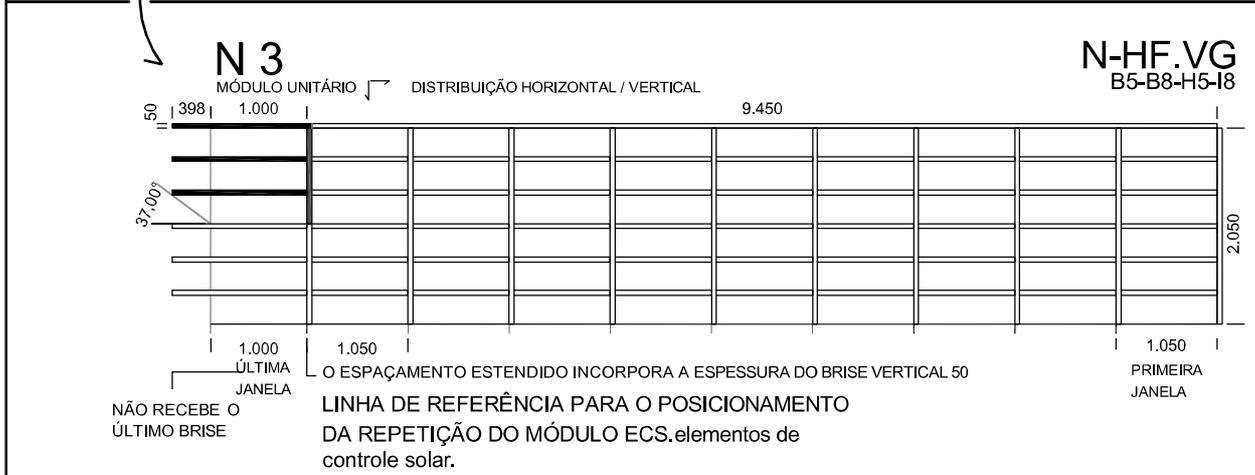
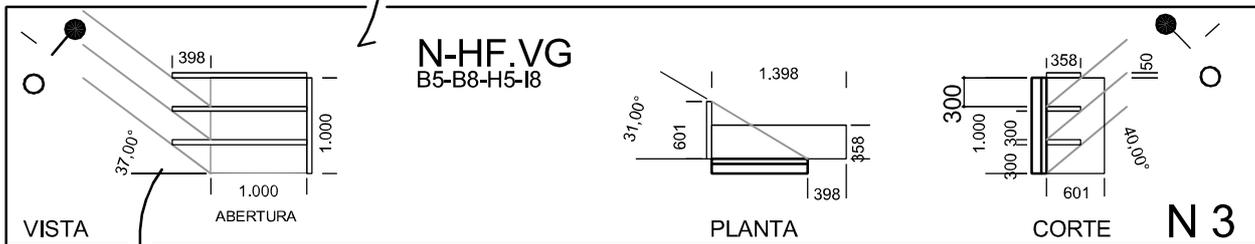
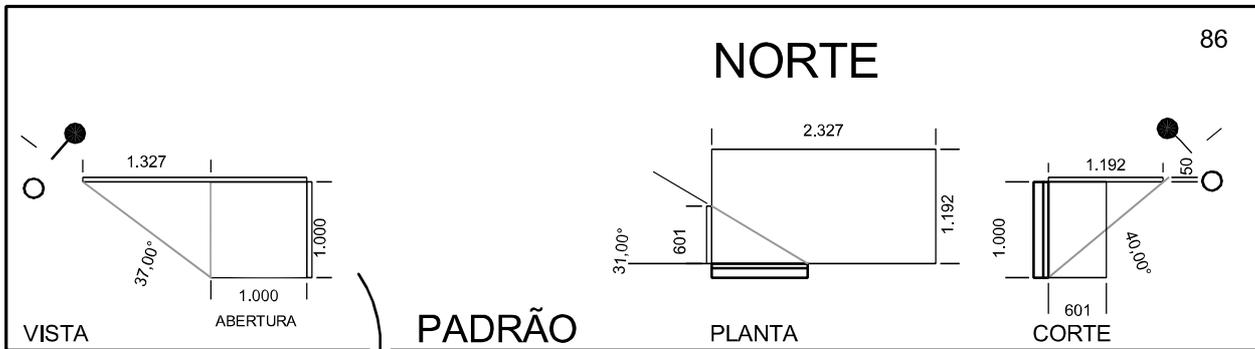
TEXTURA DOS ELEMENTOS DE PROTEÇÃO SOLAR EM FACHADAS.
 Variação da quantidade dos elementos horizontais e verticais.
 Elementos horizontais apresentam padrões ortogonais e inclinados.
 Composição das texturas pela repetição da modulação.





TEXTURA DOS ELEMENTOS DE PROTEÇÃO SOLAR EM FACHADAS.
 Variação da quantidade dos elementos horizontais e verticais.
 Elementos horizontais apresentam padrões ortogonais e inclinados.
 Composição das texturas pela repetição da modulação.

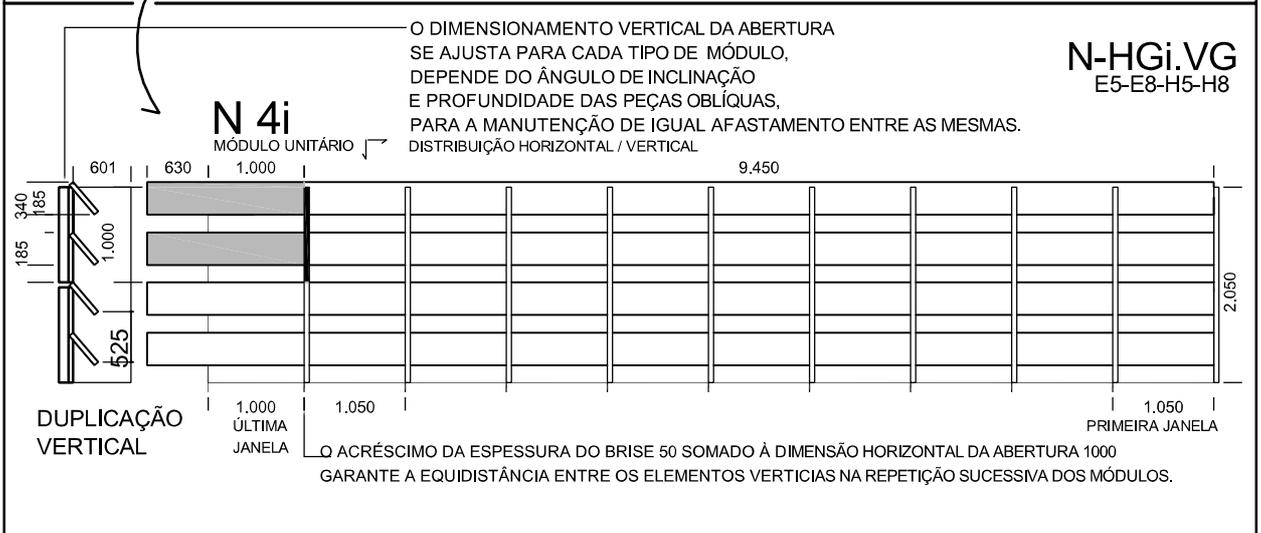
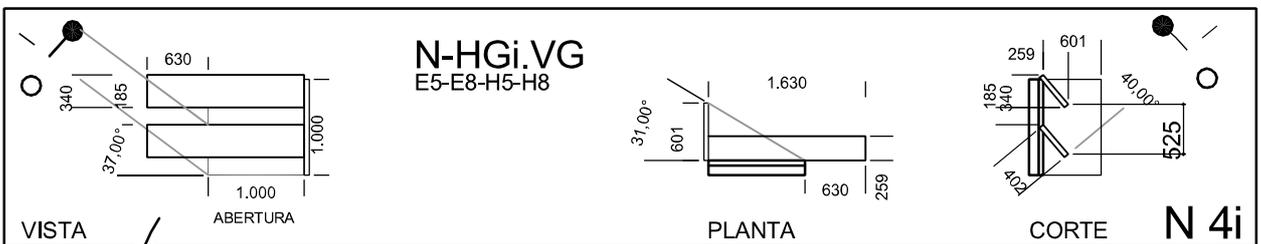
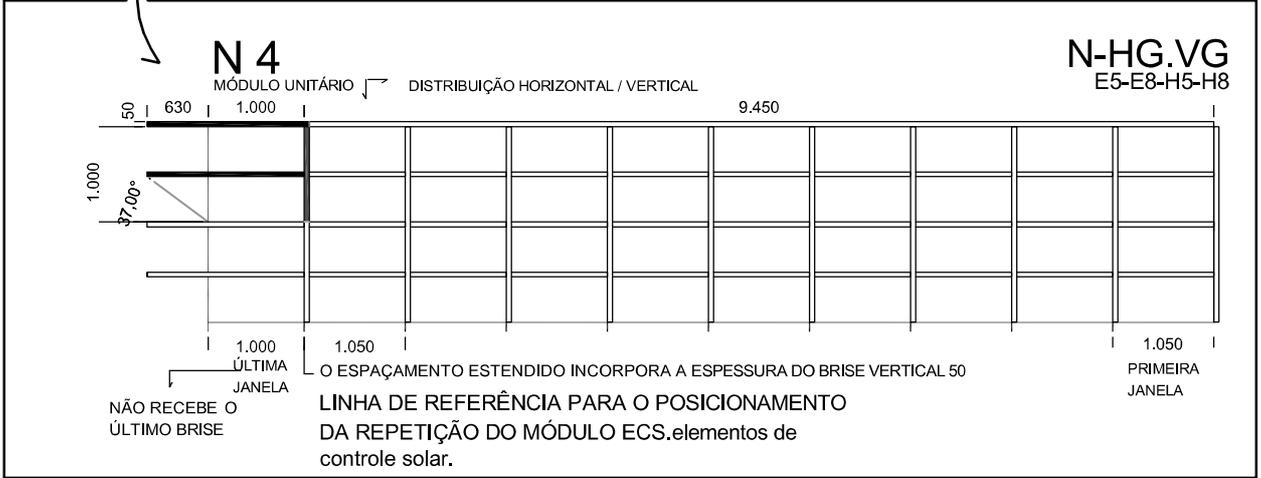
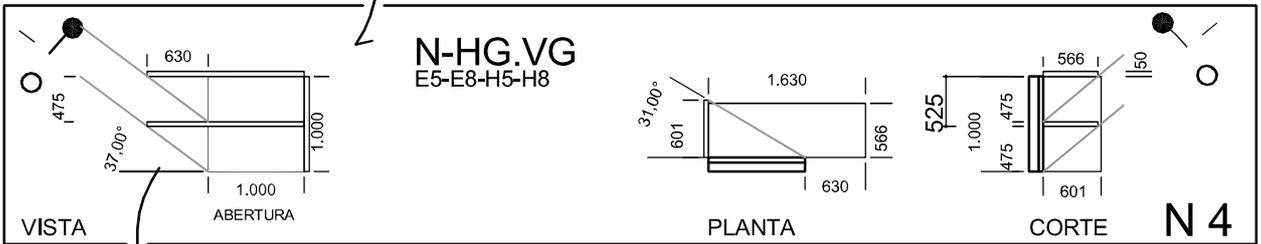
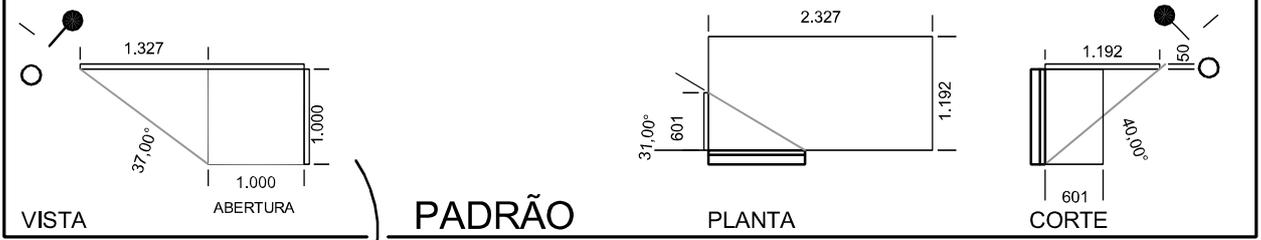




TEXTURA DOS ELEMENTOS DE PROTEÇÃO SOLAR EM FACHADAS.
 Variação da quantidade dos elementos horizontais e verticais.
 Elementos horizontais apresentam padrões ortogonais e inclinados.
 Composição das texturas pela repetição da modulação.



NORTE

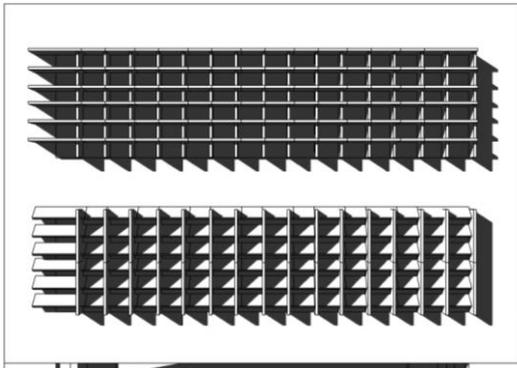


TEXTURA DOS ELEMENTOS DE PROTEÇÃO SOLAR EM FACHADAS.
 Variação da quantidade dos elementos horizontais e verticais.
 Elementos horizontais apresentam padrões ortogonais e inclinados.
 Composição das texturas pela repetição da modulação.

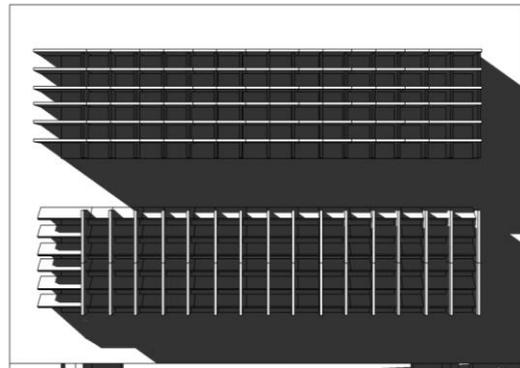


NORTE – Elementos de Controle Solar – 2

NORTE	2	VF	N1
B	HF	HF.VF-HFi.VF	N1i

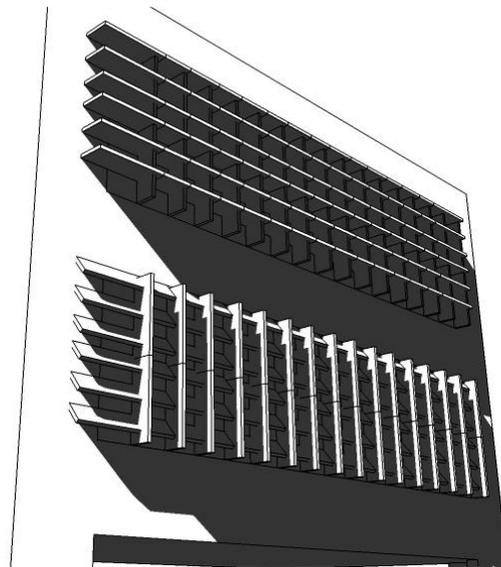
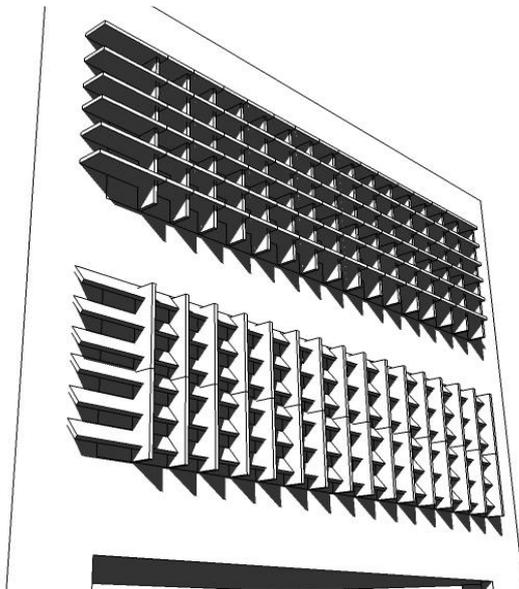


21 JUN 9h

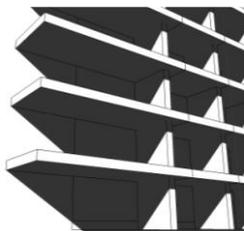


21 MAR 9h

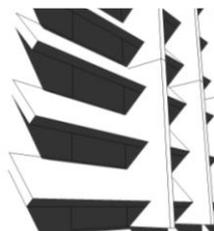
FACHADAS



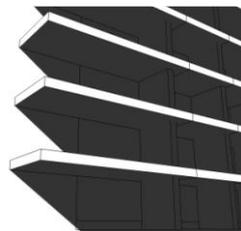
PERSPECTIVAS



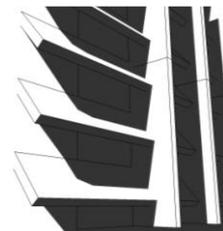
SUPERIOR



INFERIOR



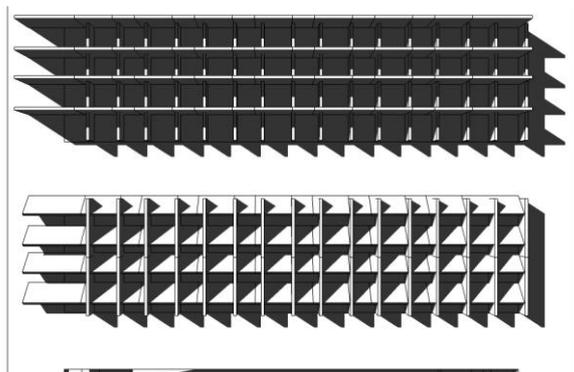
SUPERIOR



INFERIOR

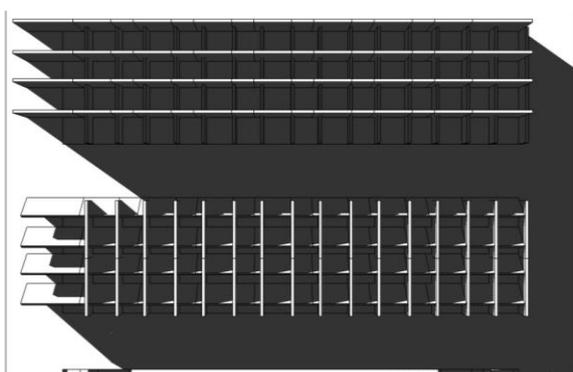
NORTE – Elementos de Controle Solar – 17

NORTE	2	VF	N2
E	HG	HG.VF-HGi.VF	N2i

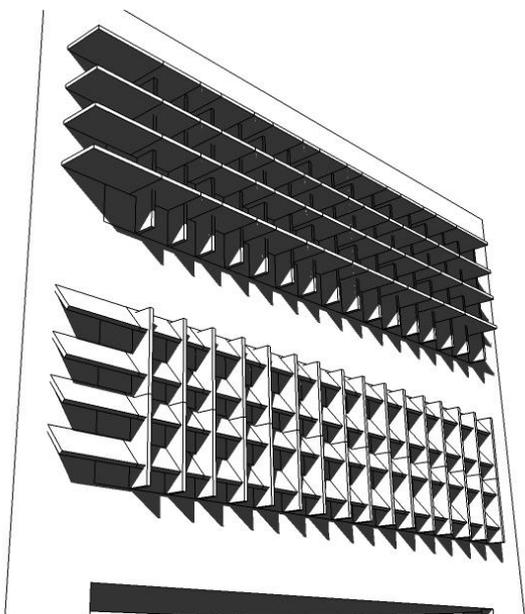


21 JUN 9h

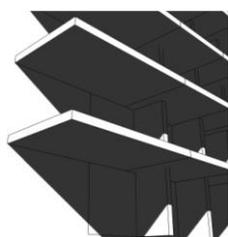
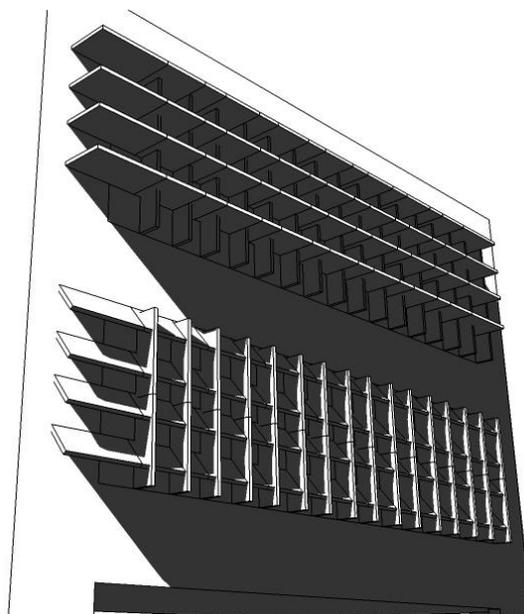
FACHADAS



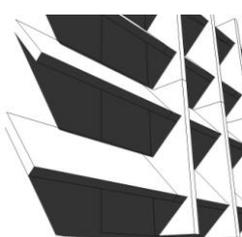
21 MAR 9h



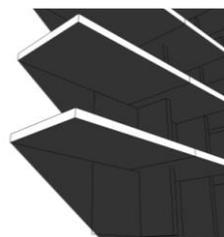
PERSPECTIVAS



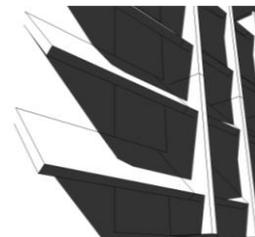
SUPERIOR



INFERIOR



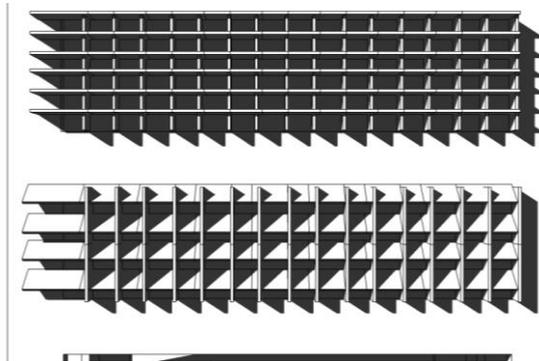
SUPERIOR



INFERIOR

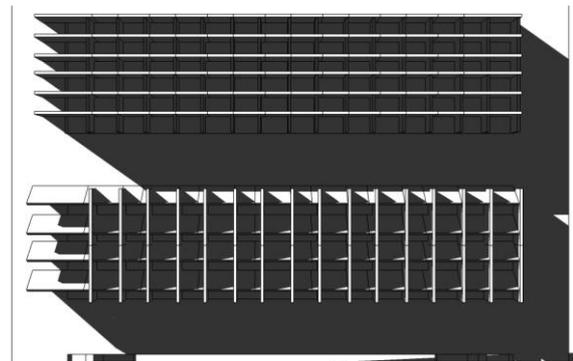
NORTE – Elementos de Controle Solar – 4

NORTE	2	VF	N1
H	HFG	HF.VF-HGi.VF	N2i

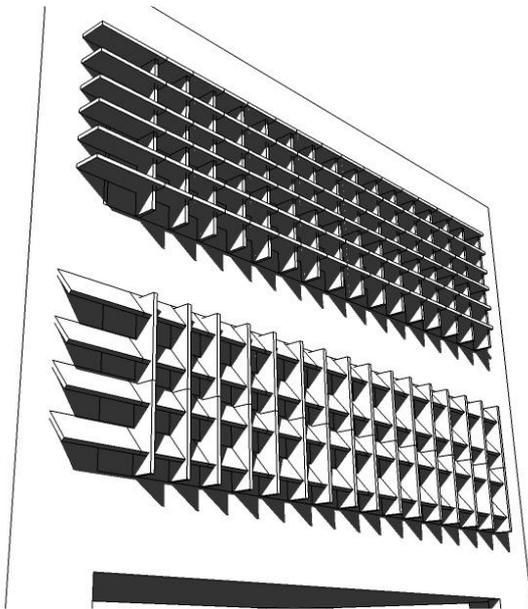


21 JUN 9h

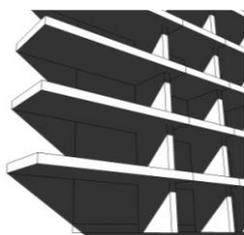
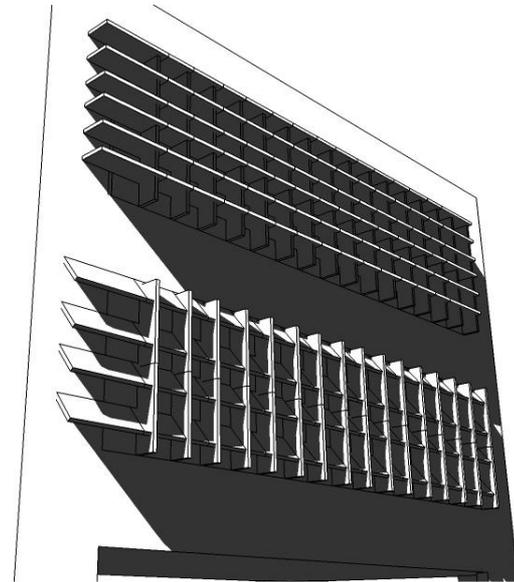
FACHADAS



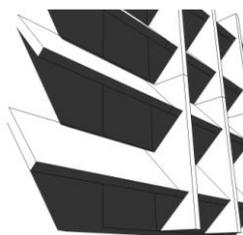
21 MAR 9h



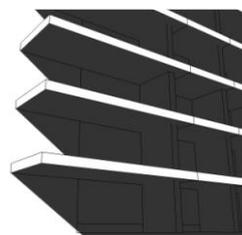
PERSPECTIVAS



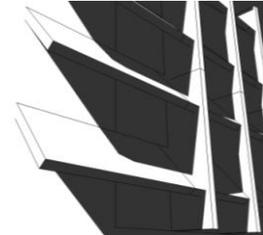
SUPERIOR



INFERIOR



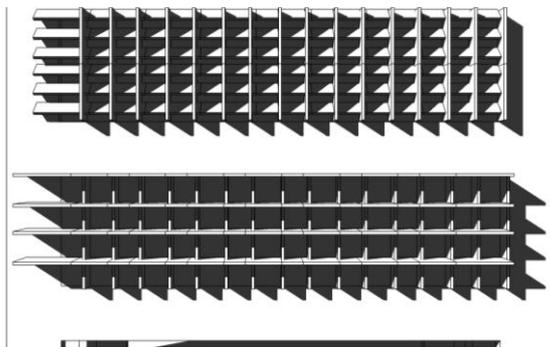
SUPERIOR



INFERIOR

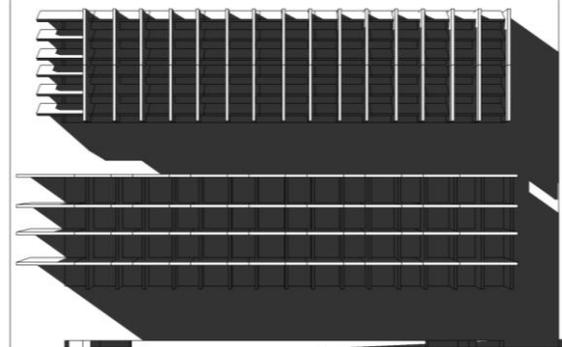
NORTE – Elementos de Controle Solar – 10

NORTE	2	VF	N1i
H	HFG	HFi.VF-HG.VF	N2

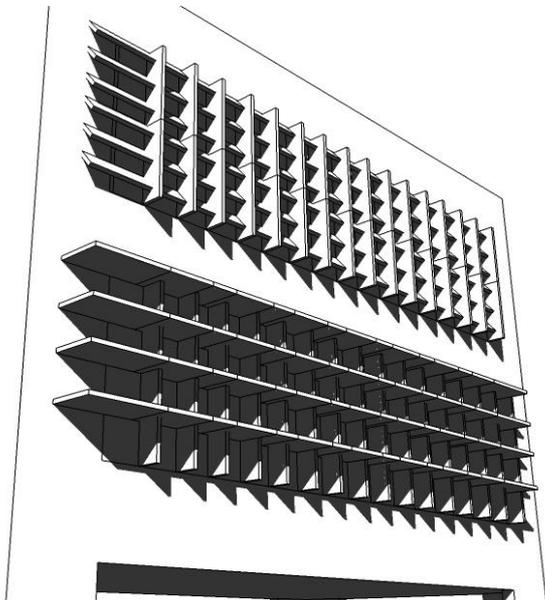


21 JUN 9h

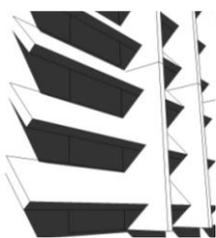
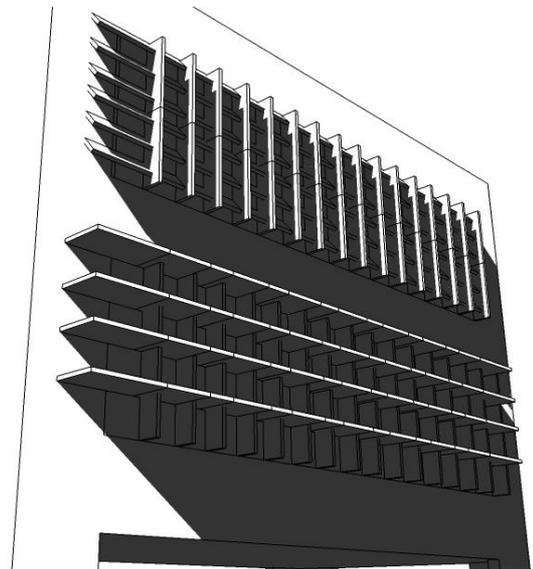
FACHADAS



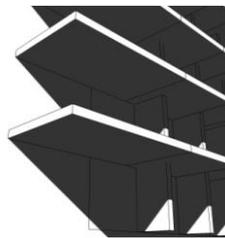
21 MAR 9h



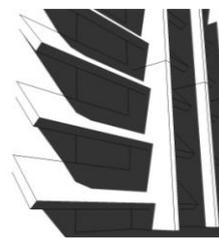
PERSPECTIVAS



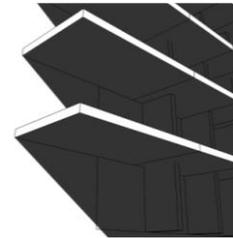
SUPERIOR



INFERIOR



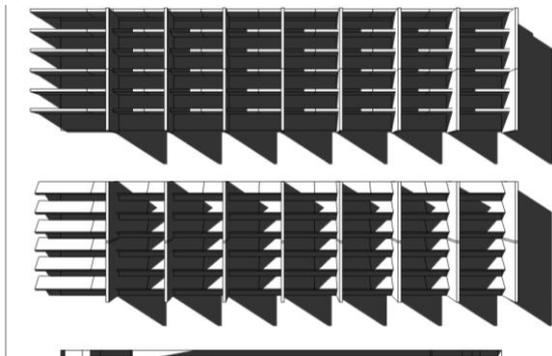
SUPERIOR



INFERIOR

NORTE – Elementos de Controle Solar – 28

NORTE	5	VG	N3
B	HF	HF.VG-HFi.VG	N3i

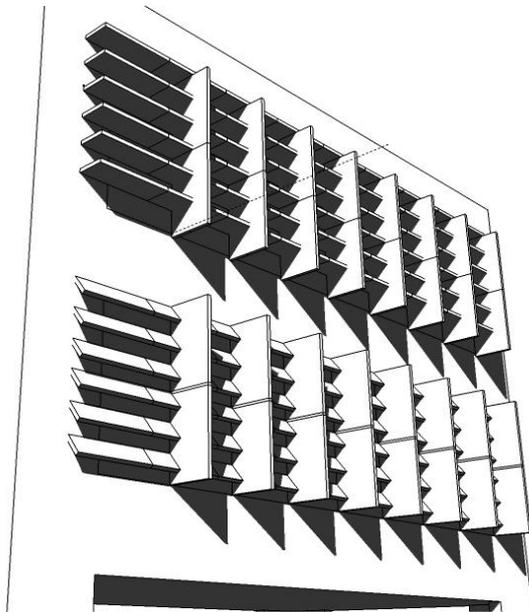


21 JUN 9h

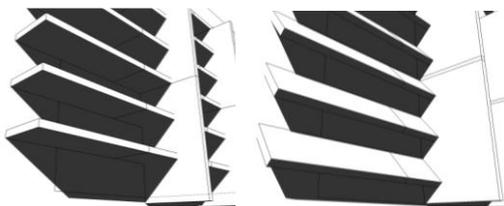
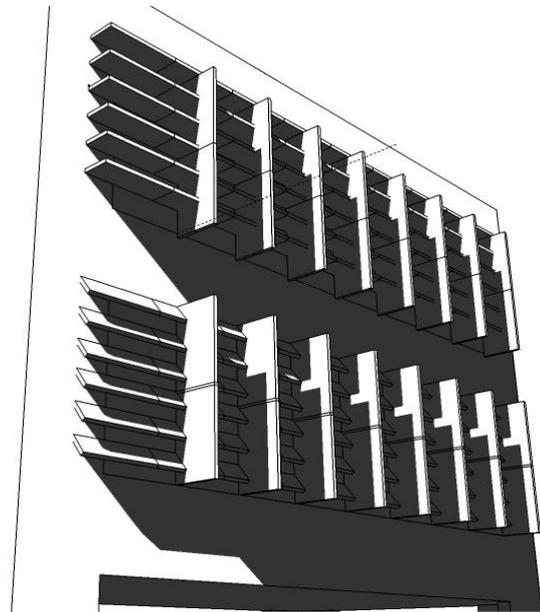
FACHADAS



21 MAR 9h

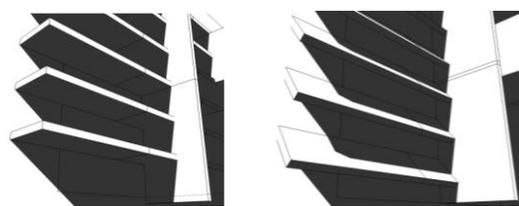


PERSPECTIVAS



SUPERIOR

INFERIOR

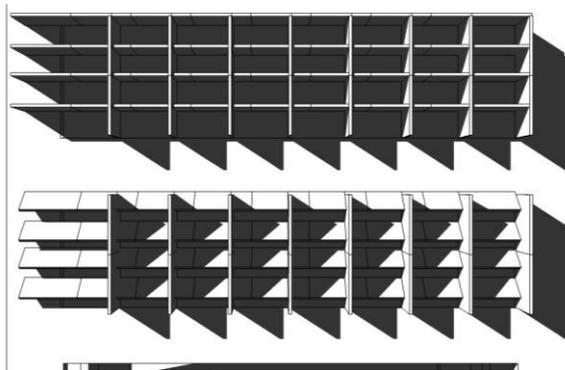


SUPERIOR

INFERIOR

NORTE – Elementos de Controle Solar – 35

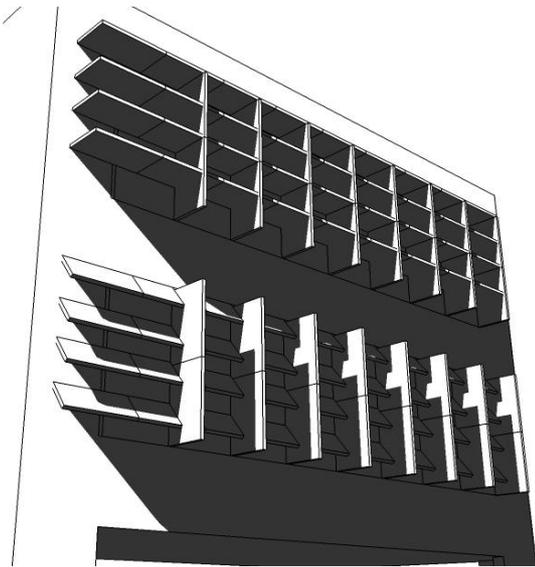
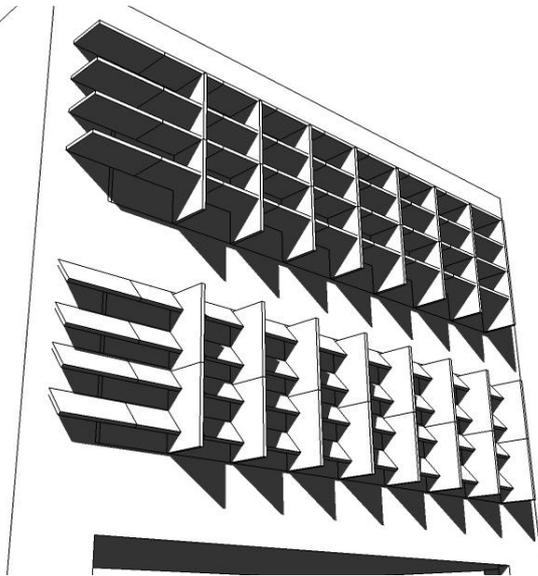
NORTE	5	VG	N4
E	HG	HG.VG-HGi.VG	N4i



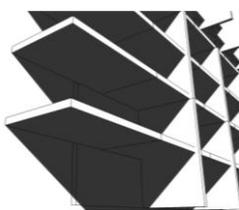
21 JUN 9h

FACHADAS

21 MAR 9h



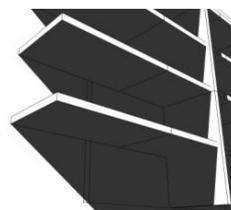
PERSPECTIVAS



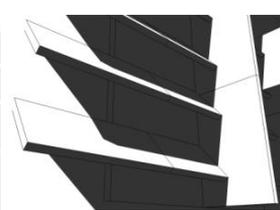
SUPERIOR



INFERIOR



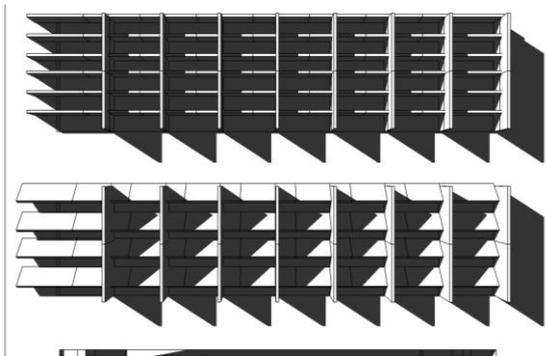
SUPERIOR



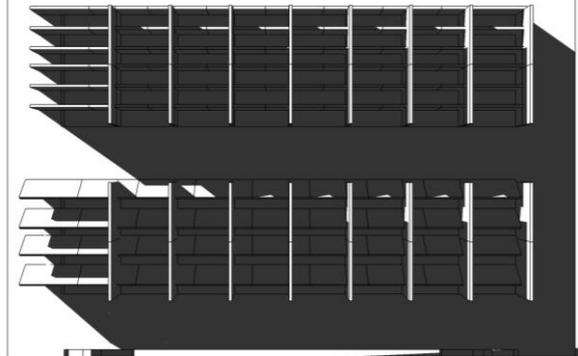
INFERIOR

NORTE – Elementos de Controle Solar – 30

NORTE	5	VF	N3
H	HFG	HF.VG-HGi.VG	N4i

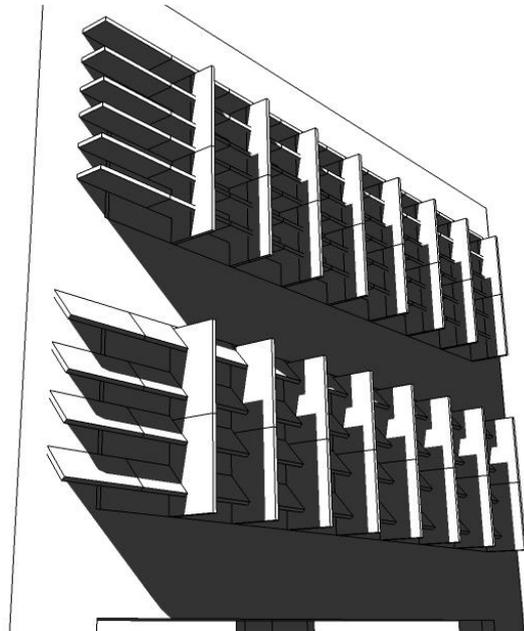
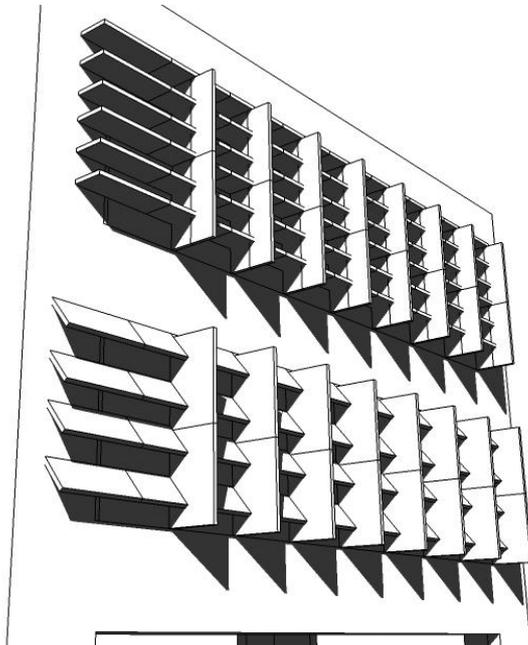


21 JUN 9h

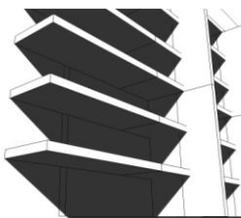


21 MAR 9h

FACHADAS



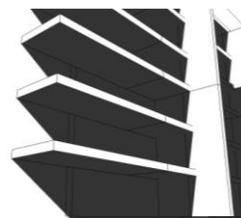
PERSPECTIVAS



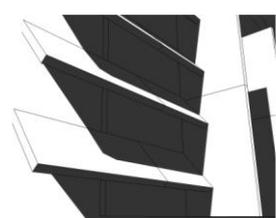
SUPERIOR



INFERIOR



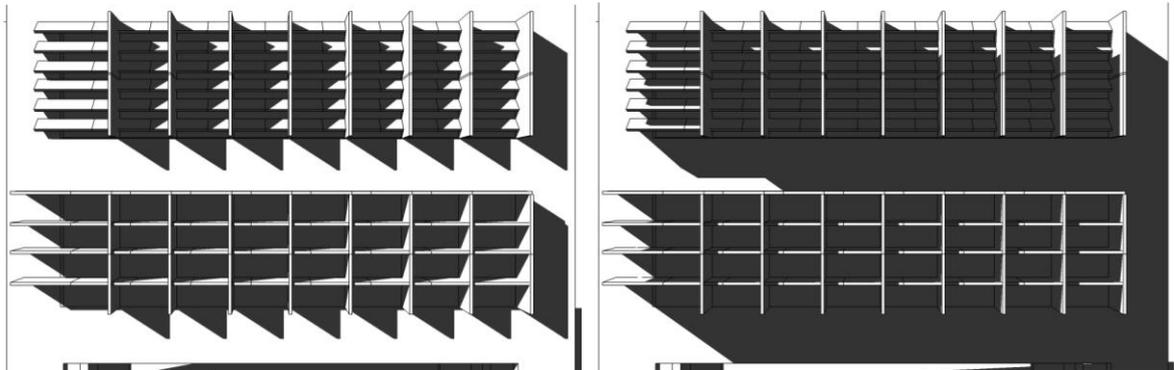
SUPERIOR



INFERIOR

NORTE – Elementos de Controle Solar – 32

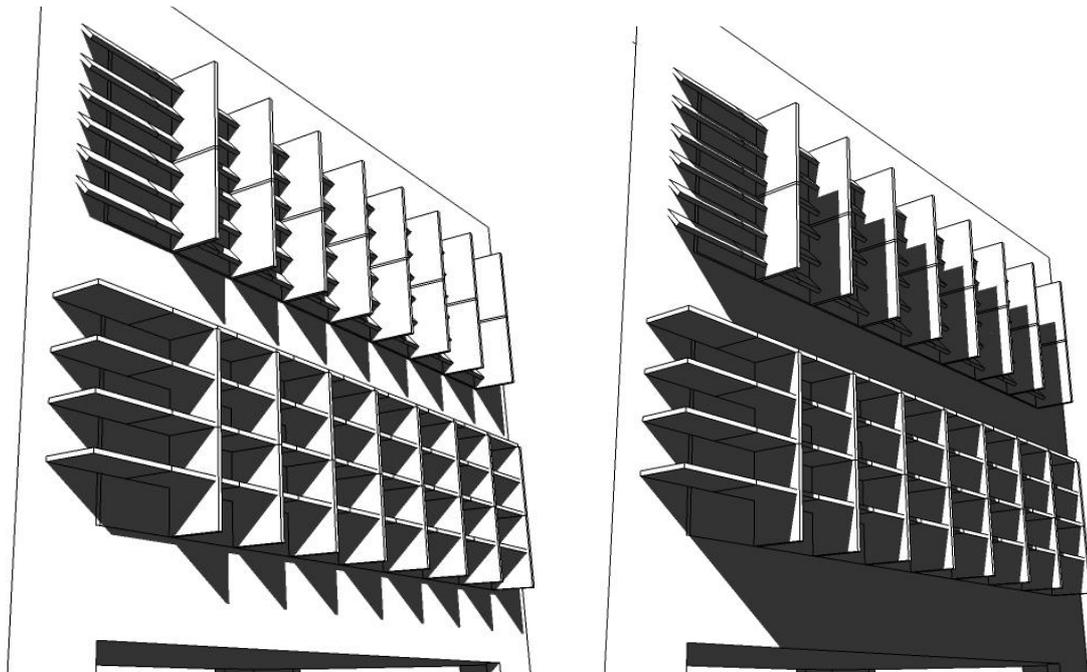
NORTE	5	VF	N3i
H	HFG	HFi.VG-HG.VG	N4



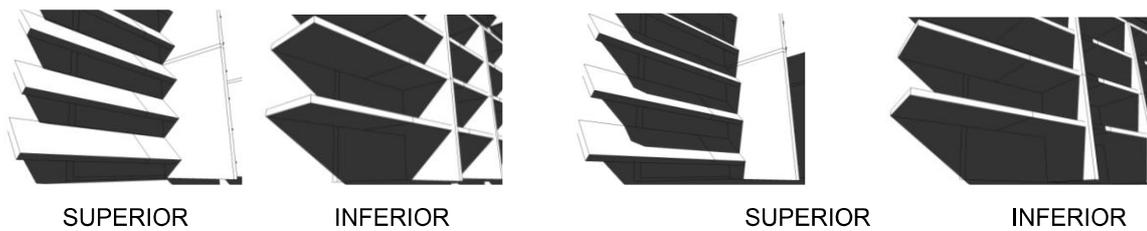
21 JUN 9h

FACHADAS

21 MAR 9h



PERSPECTIVAS



SUPERIOR

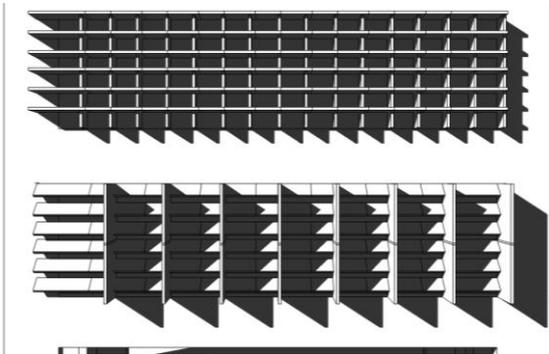
INFERIOR

SUPERIOR

INFERIOR

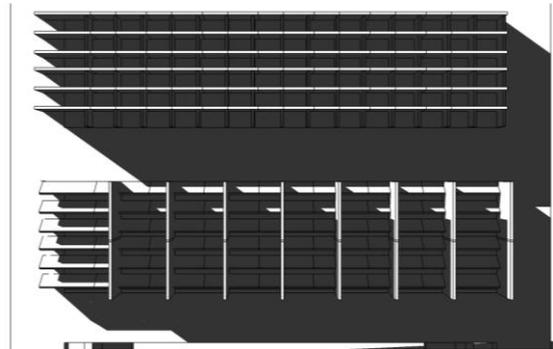
NORTE – Elementos de Controle Solar – 6

NORTE	8	VFG	N1
B	HF	HF.VF-HFi.VG	N3i

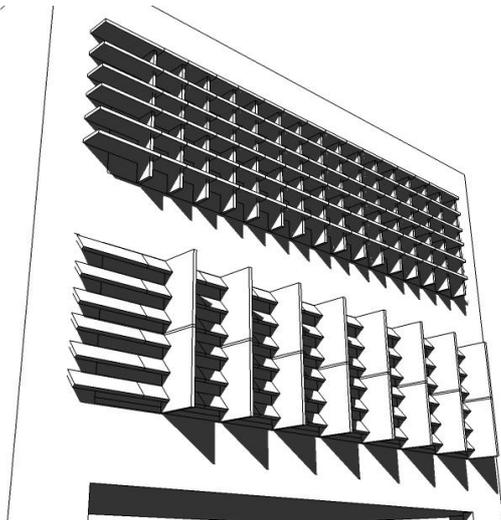


21 JUN 9h

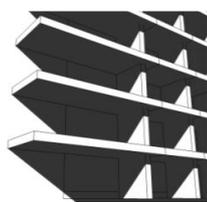
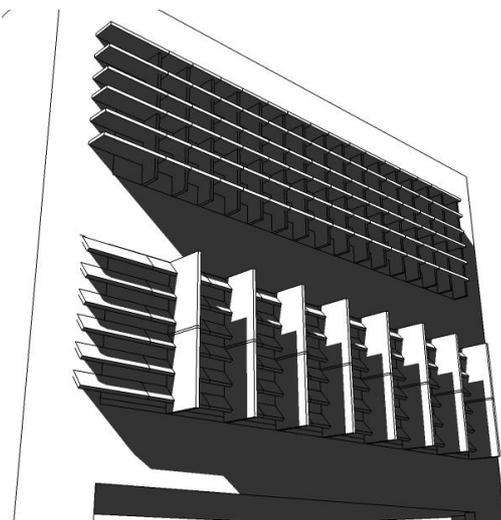
FACHADAS



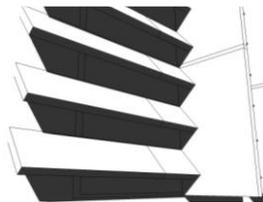
21 MAR 9h



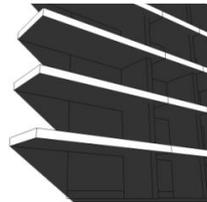
PERSPECTIVAS



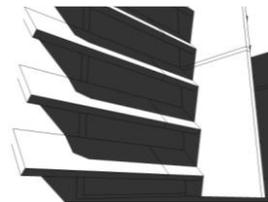
SUPERIOR



INFERIOR



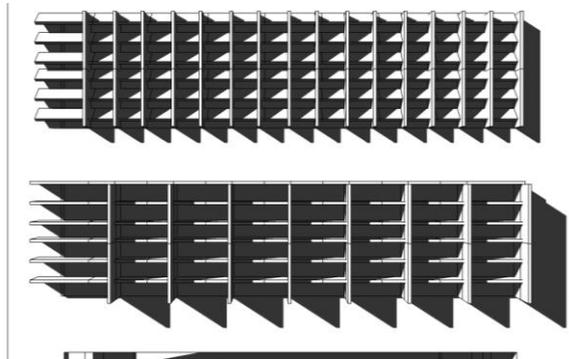
SUPERIOR



INFERIOR

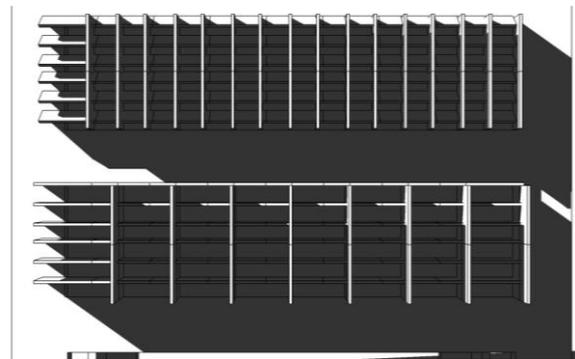
NORTE – Elementos de Controle Solar – 12

NORTE	8	VFG	N1i
B	HF	HFi.VF-HF.VG	N3

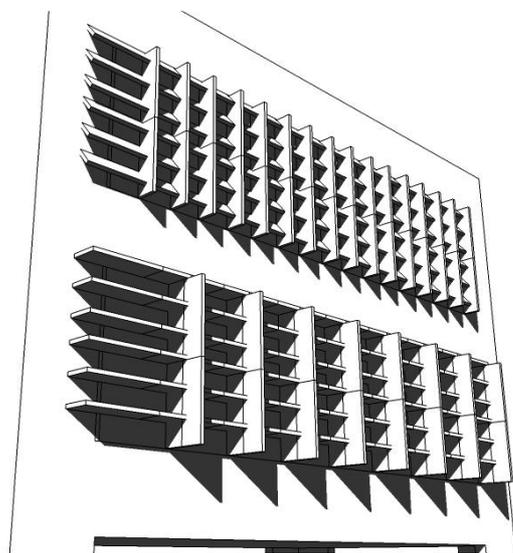


21 JUN 9h

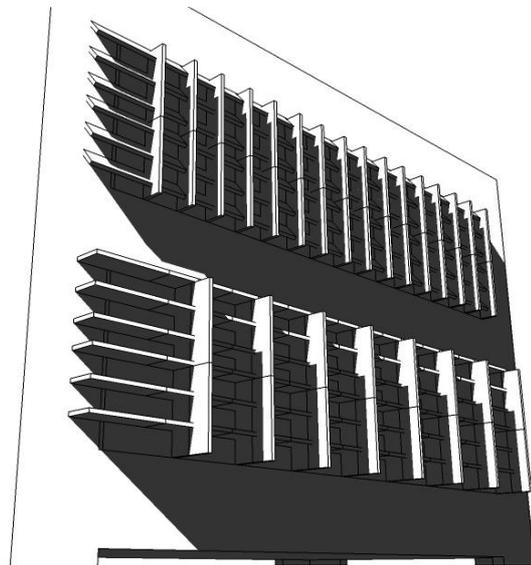
FACHADAS



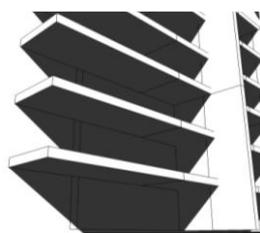
21 MAR 9h



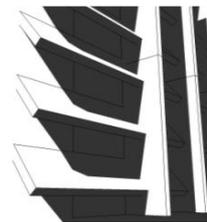
PERSPECTIVAS



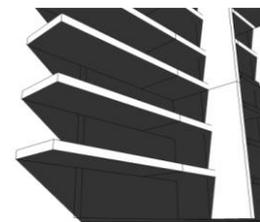
SUPERIOR



INFERIOR



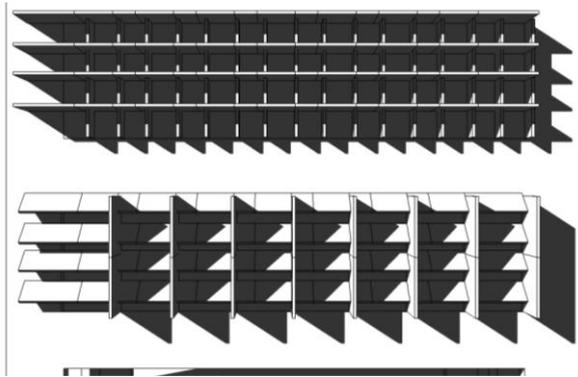
SUPERIOR



INFERIOR

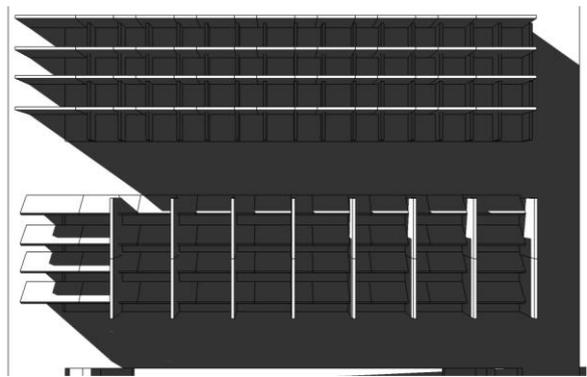
NORTE – Elementos de Controle Solar – 21

NORTE	8	VFG	N2
E	HG	HG.VF-HGi.VG	N4i

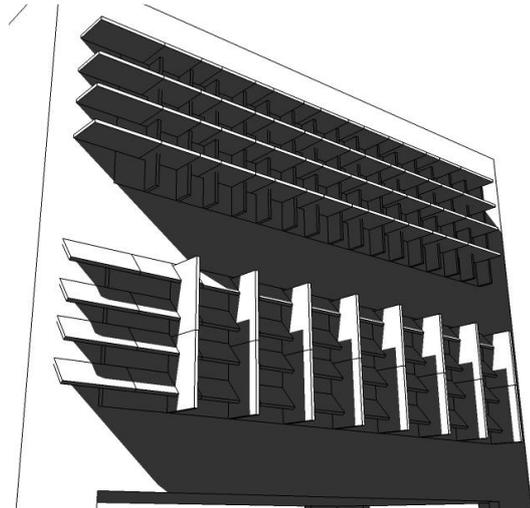
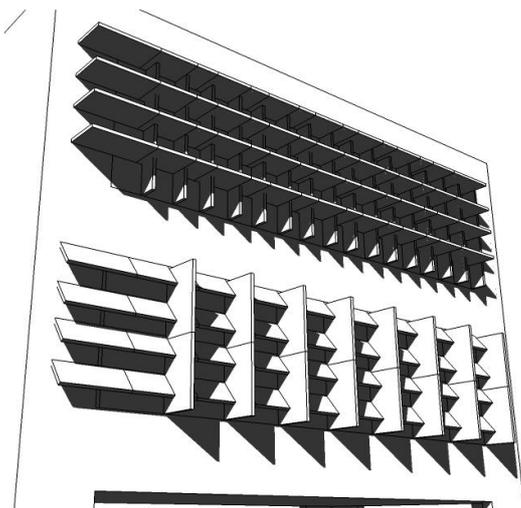


21 JUN 9h

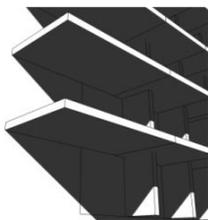
FACHADAS



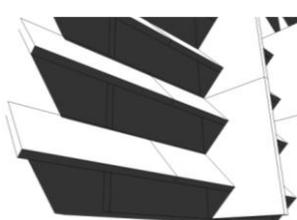
21 MAR 9h



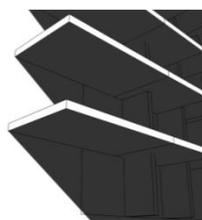
PERSPECTIVAS



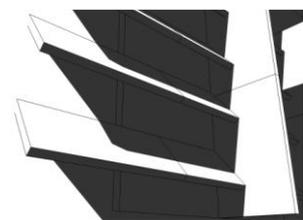
SUPERIOR



INFERIOR



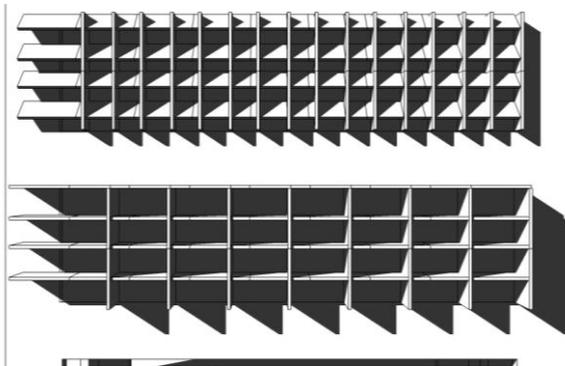
SUPERIOR



INFERIOR

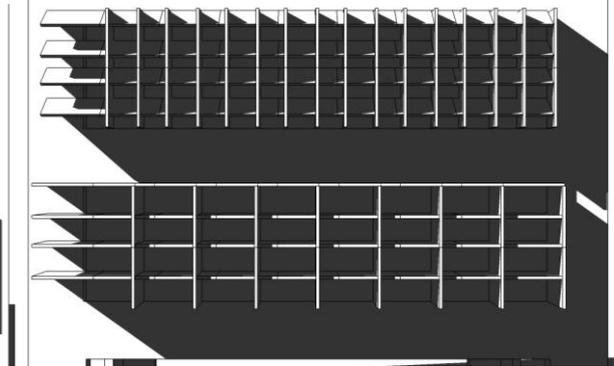
NORTE – Elementos de Controle Solar – 25

NORTE	8	VFG	N2i
E	HG	HGi.VF-HG.VG	N4

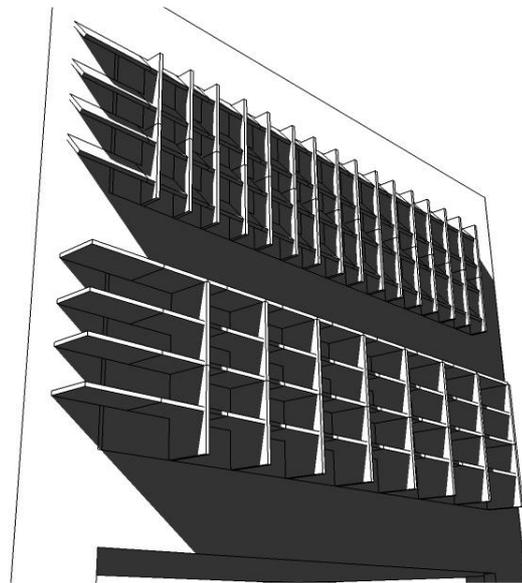
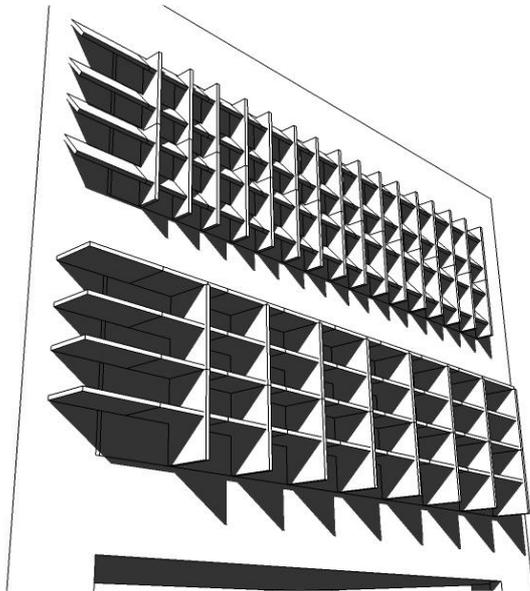


21 JUN 9h

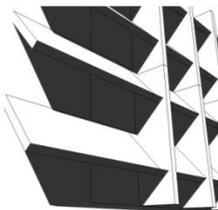
FACHADAS



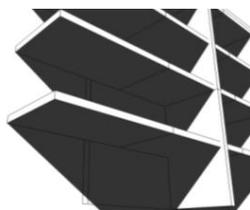
21 MAR 9h



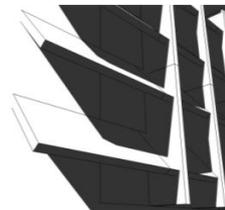
PERSPECTIVAS



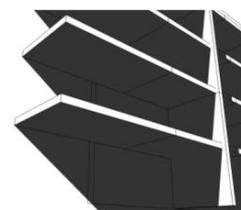
SUPERIOR



INFERIOR



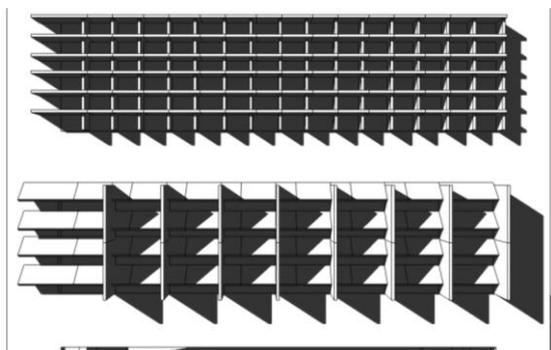
SUPERIOR



INFERIOR

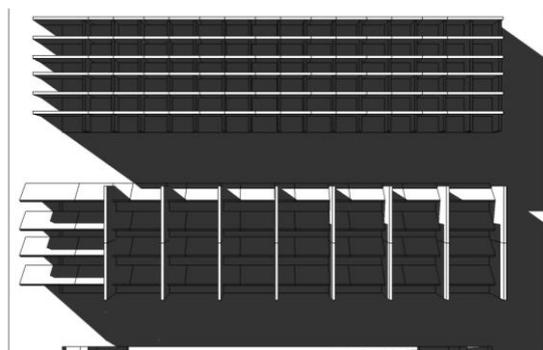
NORTE – Elementos de Controle Solar – 8

NORTE	8	VFG	N1
H	HFG	HF.VF-HGi.VG	N4i

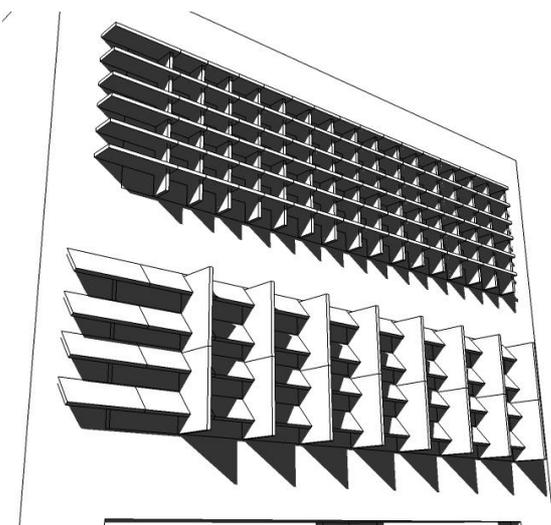


21 JUN 9h

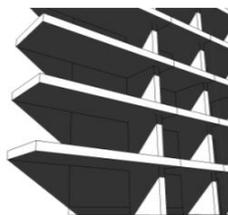
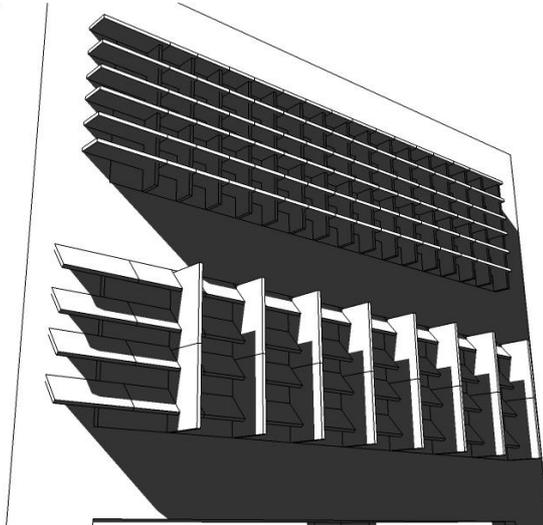
FACHADAS



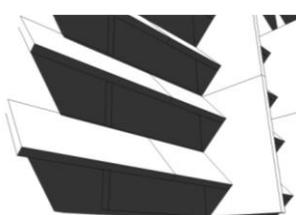
21 MAR 9h



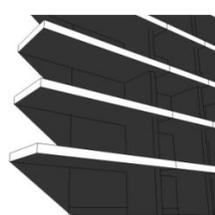
PERSPECTIVAS



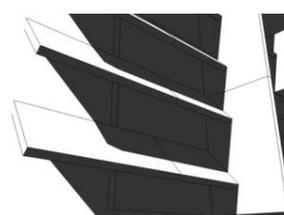
SUPERIOR



INFERIOR



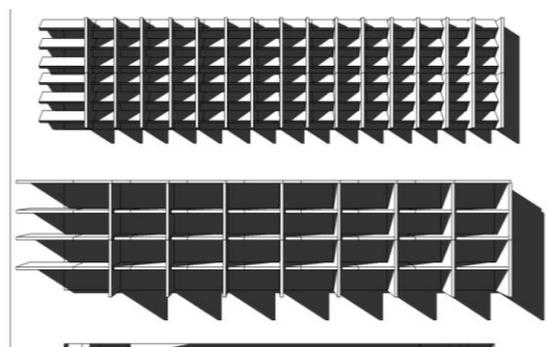
SUPERIOR



INFERIOR

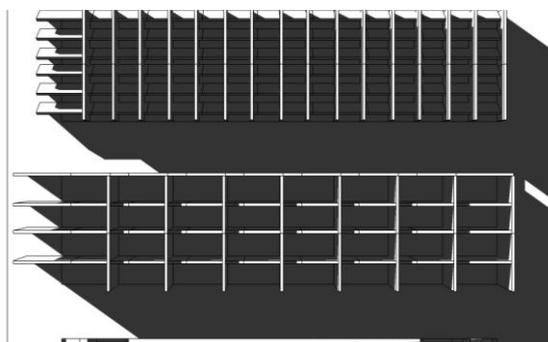
NORTE – Elementos de Controle Solar – 14

NORTE	8	VFG	N1i
H	HFG	HFi.VF-HG.VG	N4

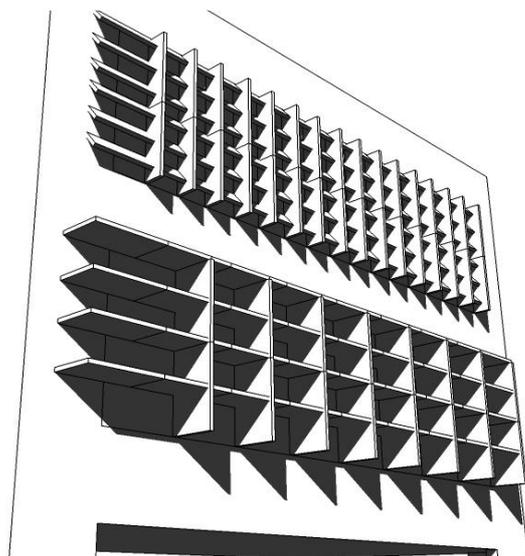


21 JUN 9h

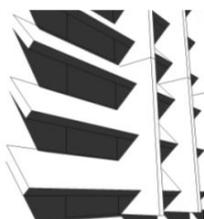
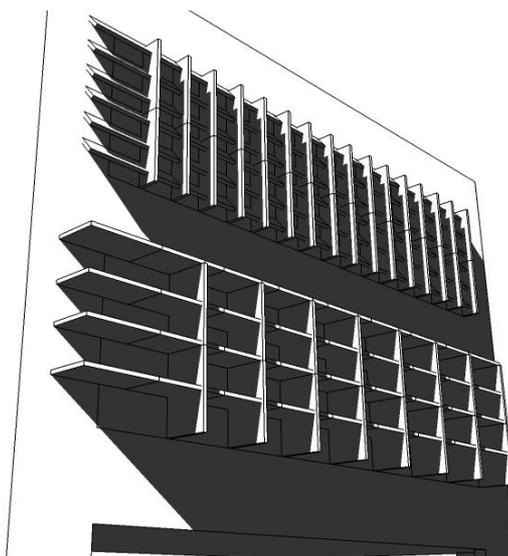
FACHADAS



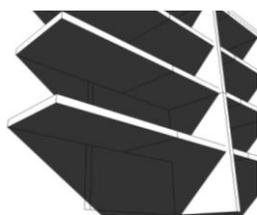
21 MAR 9h



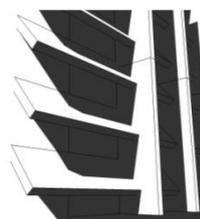
PERSPECTIVAS



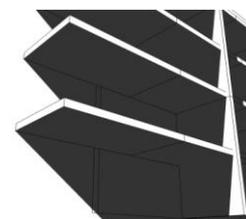
SUPERIOR



INFERIOR



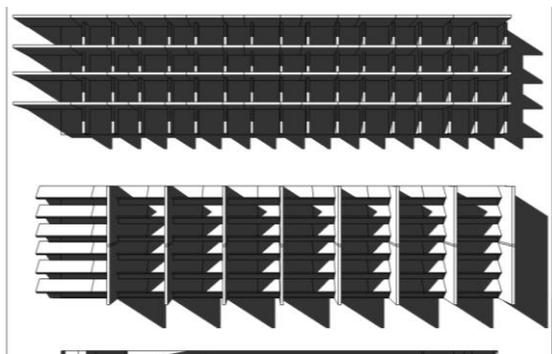
SUPERIOR



INFERIOR

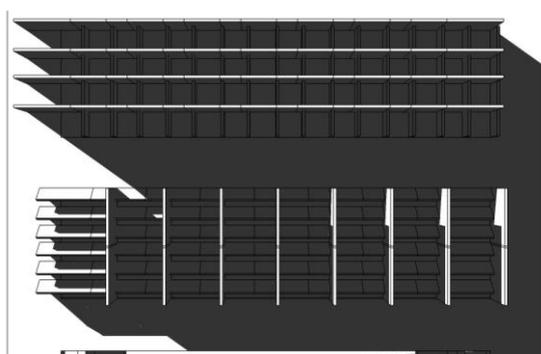
NORTE – Elementos de Controle Solar – 19

NORTE	8	VFG	N2
I	HGF	HG.VF-HFi.VG	N3i

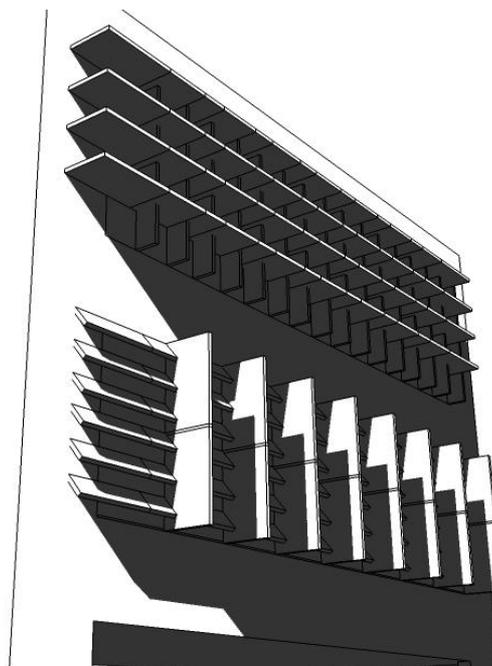
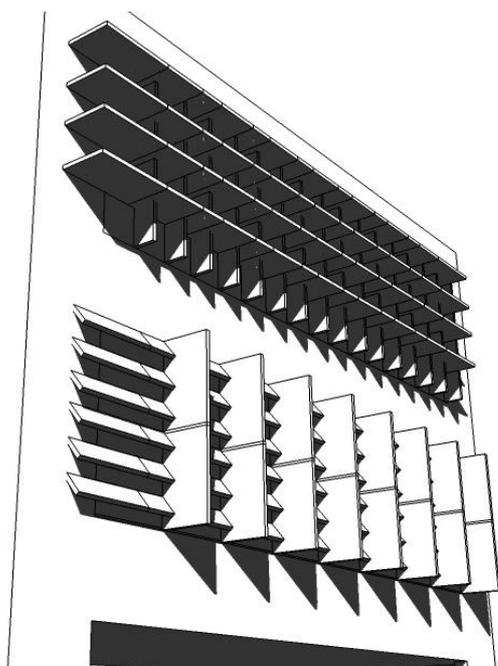


21 JUN 9h

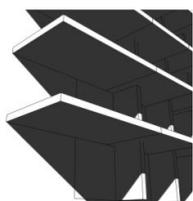
FACHADAS



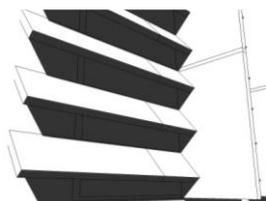
21 MAR 9h



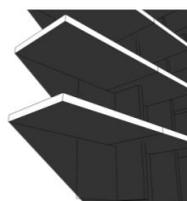
PERSPECTIVAS



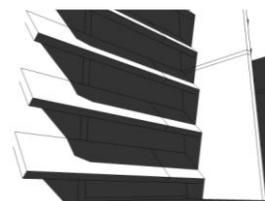
SUPERIOR



INFERIOR



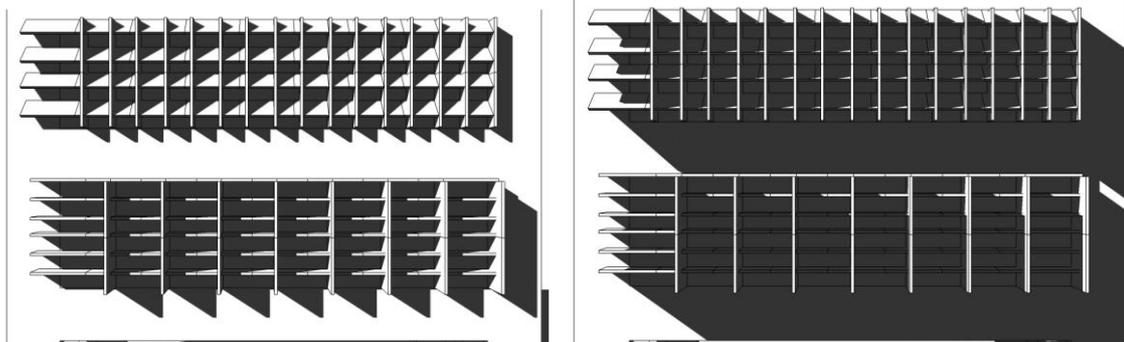
SUPERIOR



INFERIOR

NORTE – Elementos de Controle Solar – 23

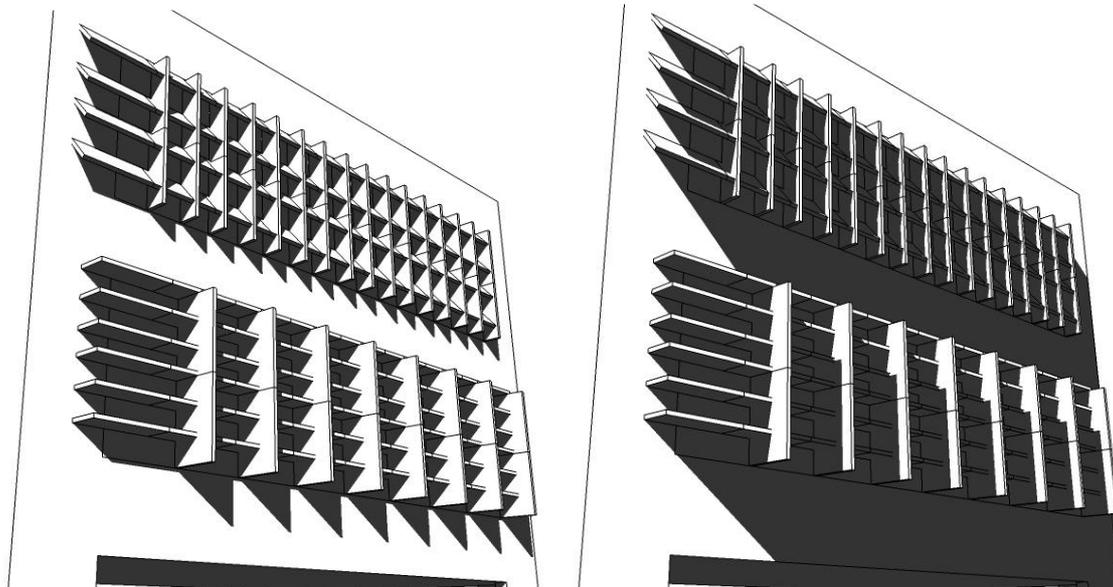
NORTE	8	VFG	N2i
I	HGF	HGi.VF-HF.VG	N3



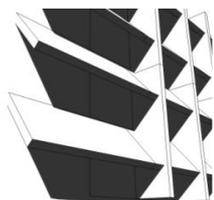
21 JUN 9h

FACHADAS

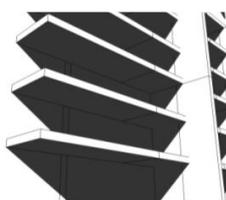
21 MAR 9h



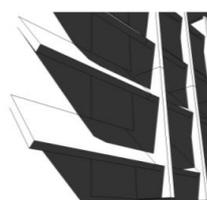
PERSPECTIVAS



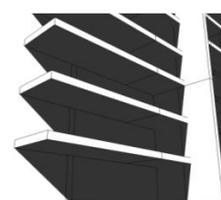
SUPERIOR



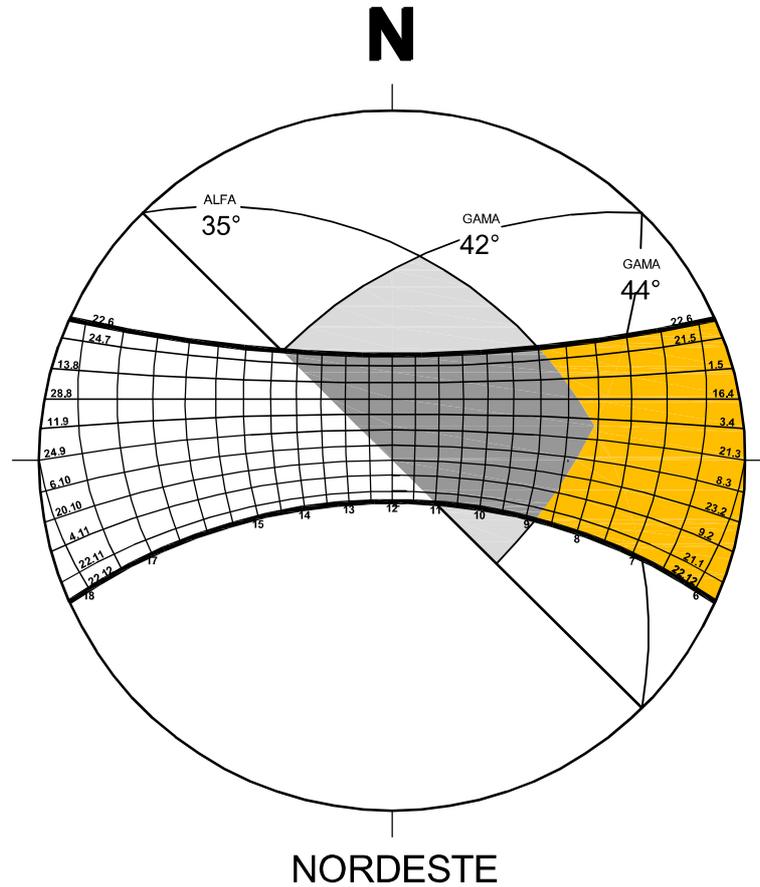
INFERIOR



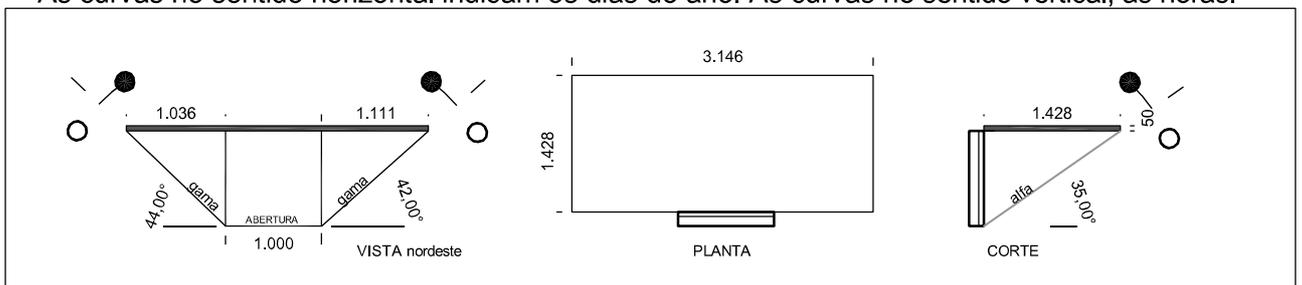
SUPERIOR



INFERIOR



A área hachurada em laranja indica o período de insolação.
 A área cinza clara indica a máscara de sombra da peça. A cor cinza escura, a sombra efetiva.
 As curvas no sentido horizontal indicam os dias do ano. As curvas no sentido vertical, as horas.



Para a orientação Nordeste, as aberturas nessa fachada estarão protegidas em março e setembro a partir das 8h30min - respectivamente nos equinócios de outono e primavera .
 A proporção que se aproxima dos solstícios essa proteção reduz, permitindo a incidência até das 9h.

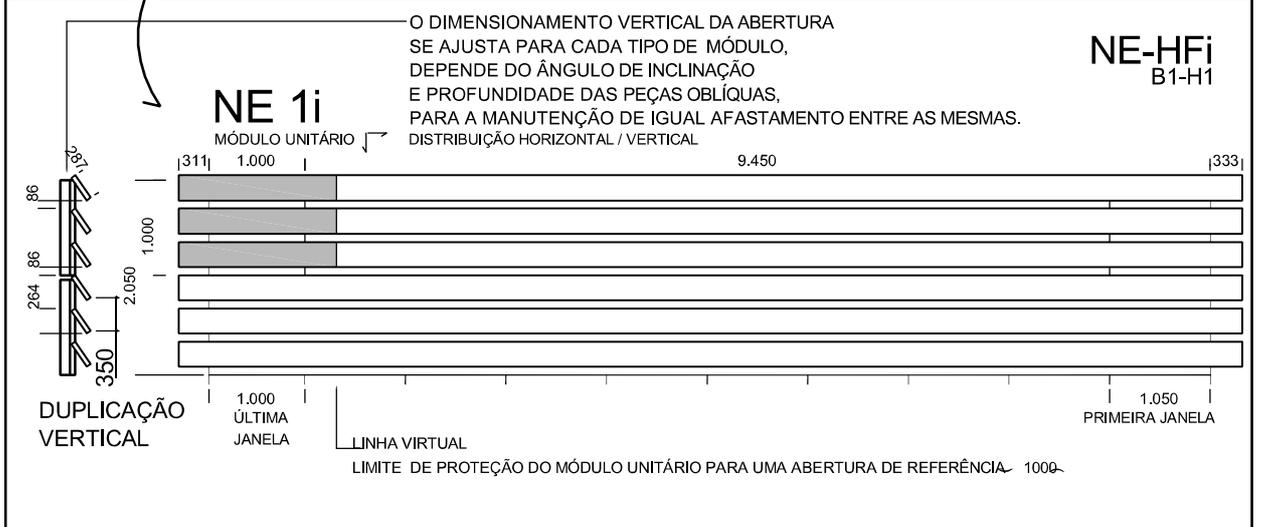
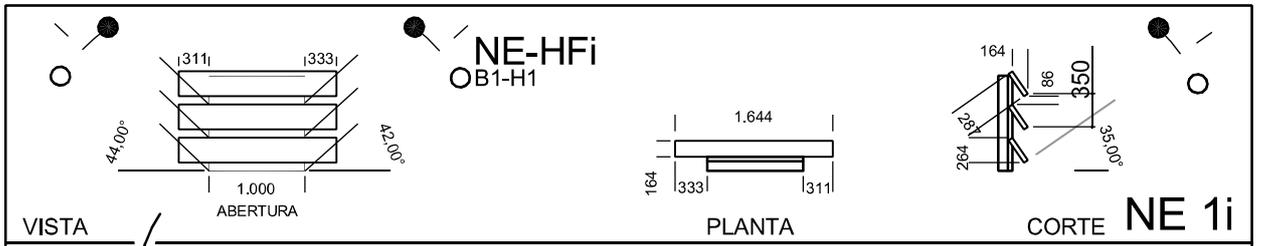
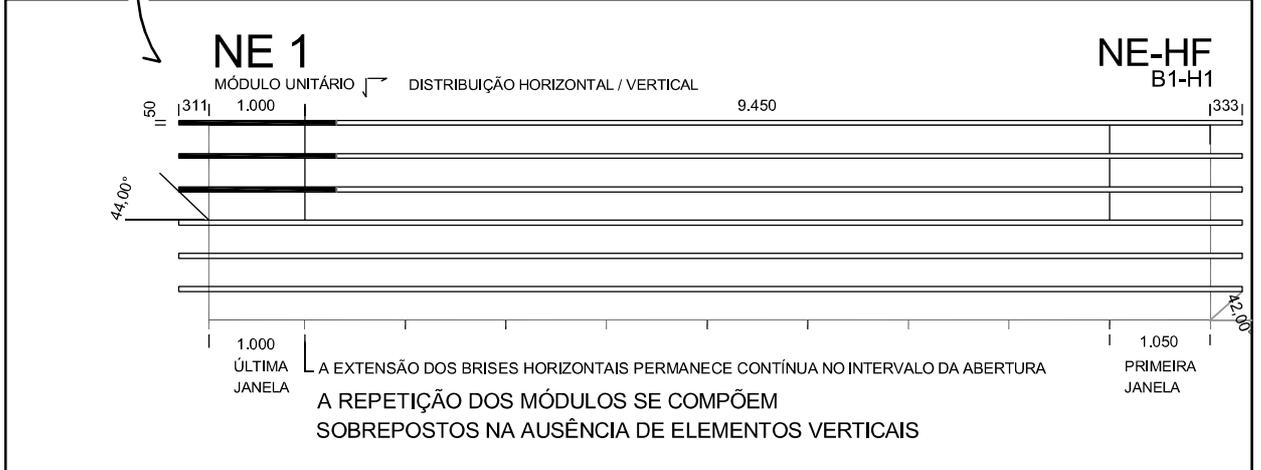
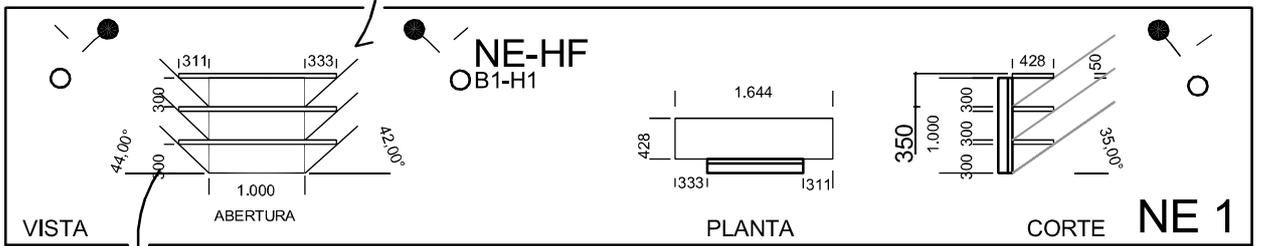
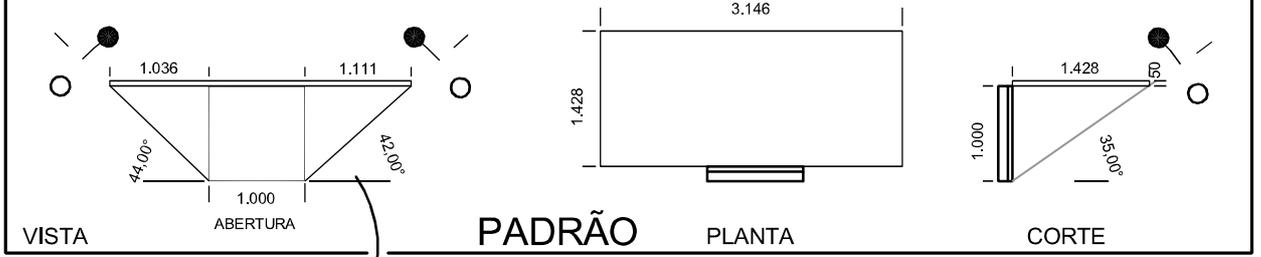
Esta estratégia de proteção evita as temperaturas mais elevadas para proteção depois de 9h.

A carta solar apresenta a máscara de sombra do componente solar e sua proteção efetiva.

O angulo Alfa representa a altura solar. Pode ser encontrado no CORTE.
 Este angulo determina a profundidade da peça horizontal.
 O angulo Beta representa a posição relativa do sol a partir do Norte verdadeiro.Vê-se na PLANTA.
 Os angulos Gama são angulos que vão limitar o sombreamento das peças horizontais e verticais, quando estas tiverem dimensões finitas.
 O angulo gama encontra-se na VISTA frontal da abertura.

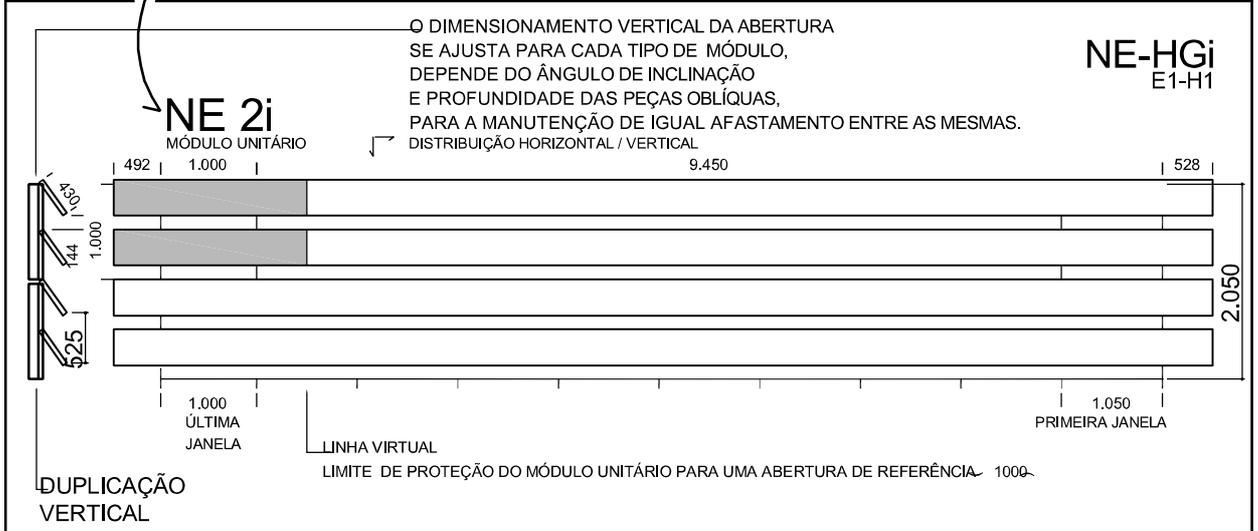
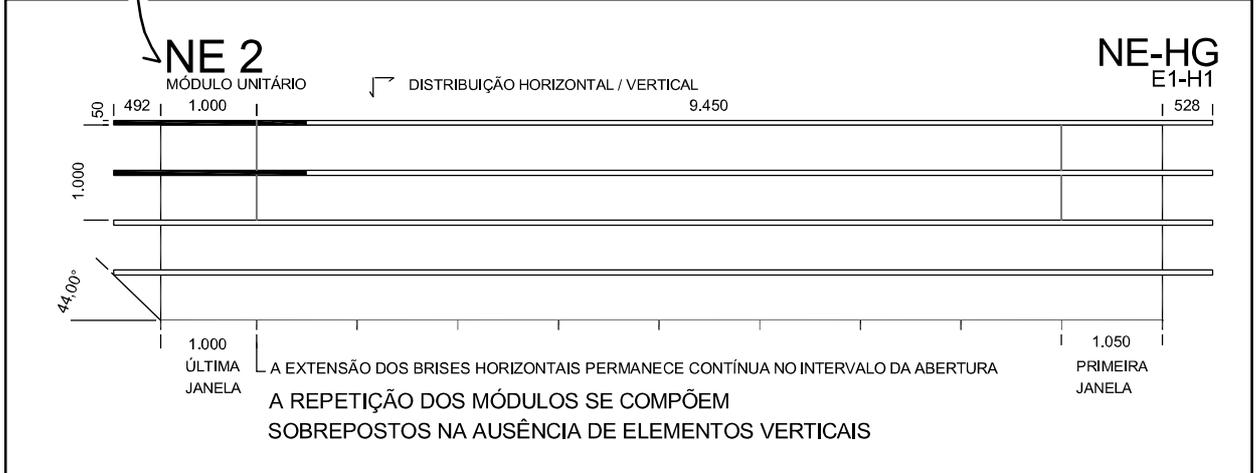
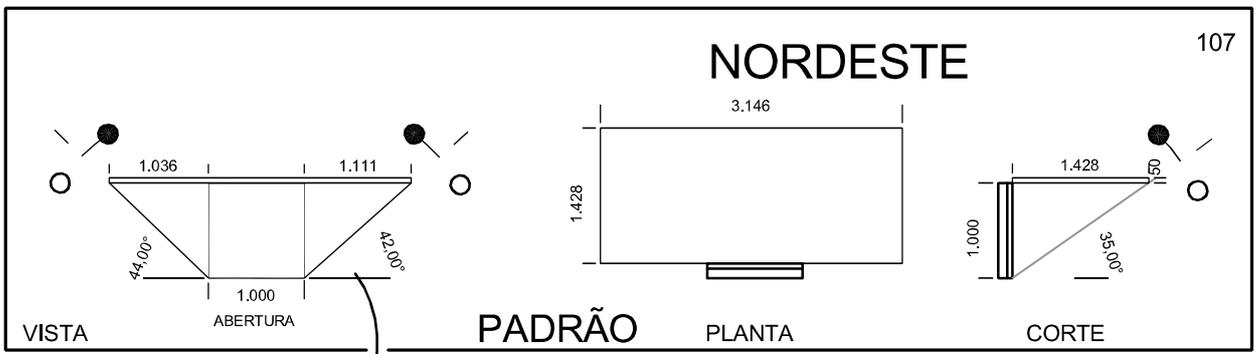


NORDESTE



TEXTURA DOS ELEMENTOS DE PROTEÇÃO SOLAR EM FACHADAS.
 Variação da quantidade dos elementos horizontais e verticais.
 Elementos horizontais apresentam padrões ortogonais e inclinados.
 Composição das texturas pela repetição da modulação.



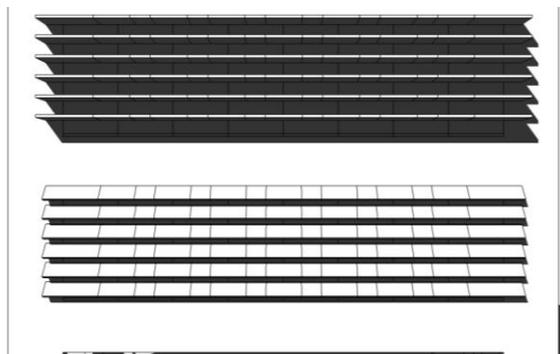


TEXTURA DOS ELEMENTOS DE PROTEÇÃO SOLAR EM FACHADAS.
 Variação da quantidade dos elementos horizontais e verticais.
 Elementos horizontais apresentam padrões ortogonais e inclinados.
 Composição das texturas pela repetição da modulação.



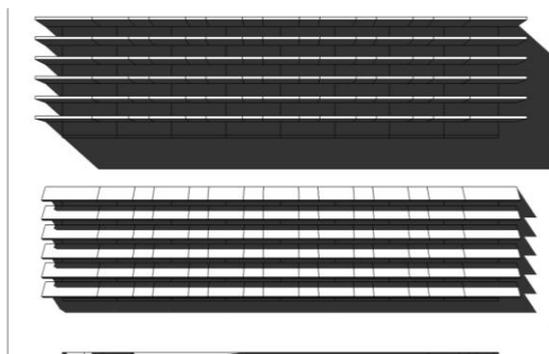
NORDESTE – Elementos de Controle Solar – 2

NORDESTE	1		NE1
B	HF	HF-HFi	NE1i

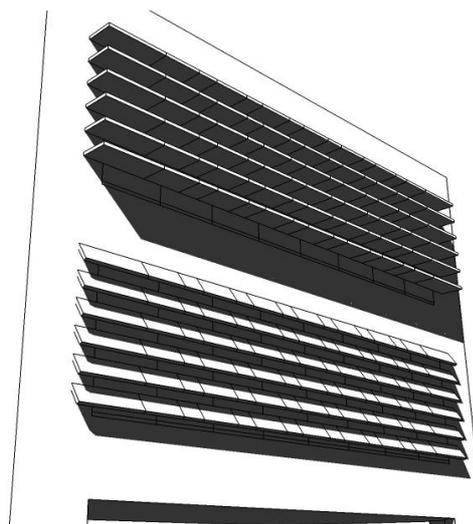
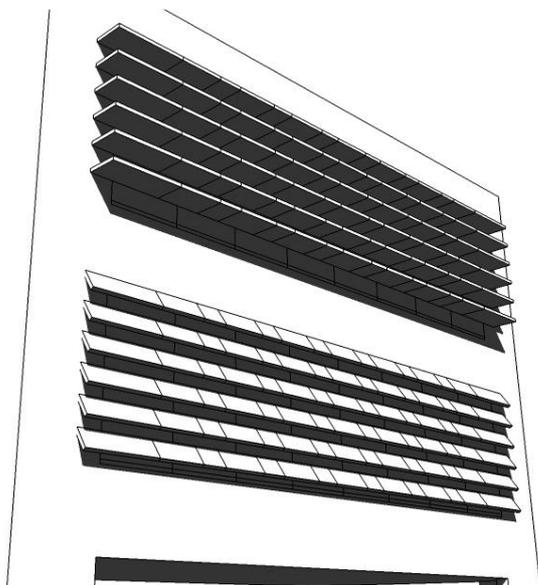


21 **MAR/SET** 9h

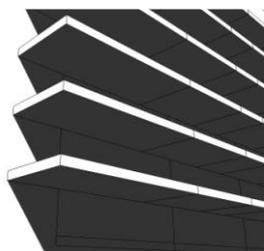
FACHADAS



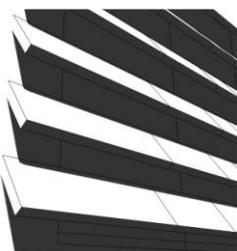
21 **DEZ** 9h



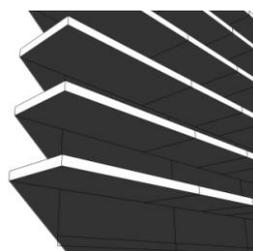
PERSPECTIVAS



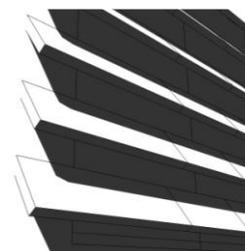
SUPERIOR



INFERIOR



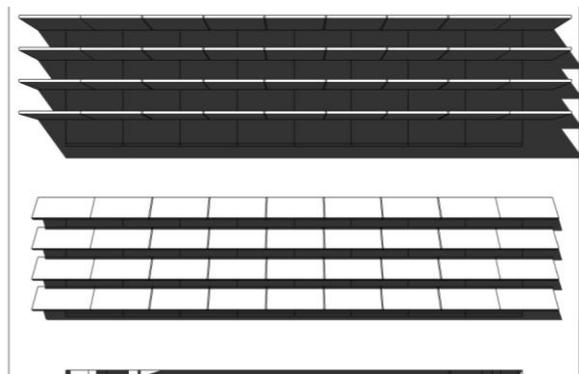
SUPERIOR



INFERIOR

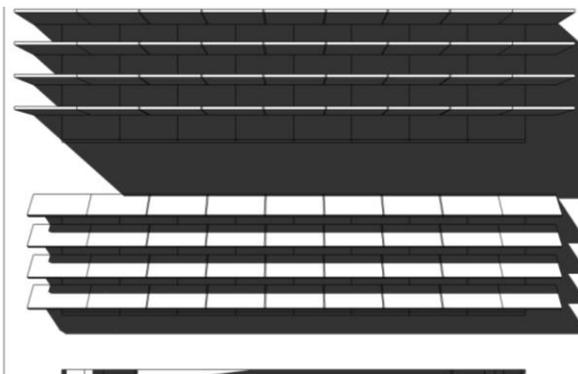
NORDESTE – Elementos de Controle Solar – 9

NORDESTE	1		NE2
E	HG	HG-HGi	NE2i

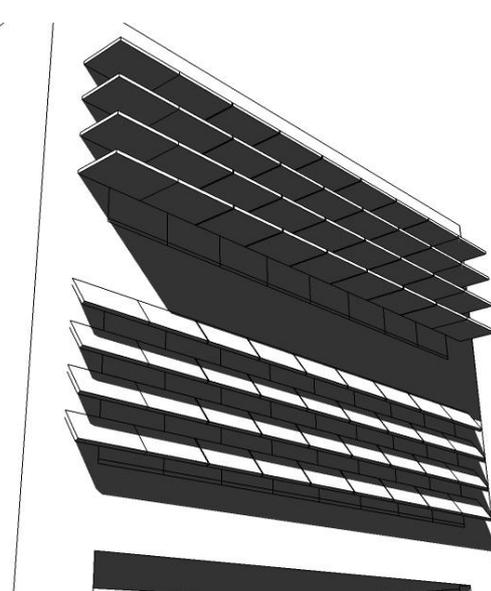
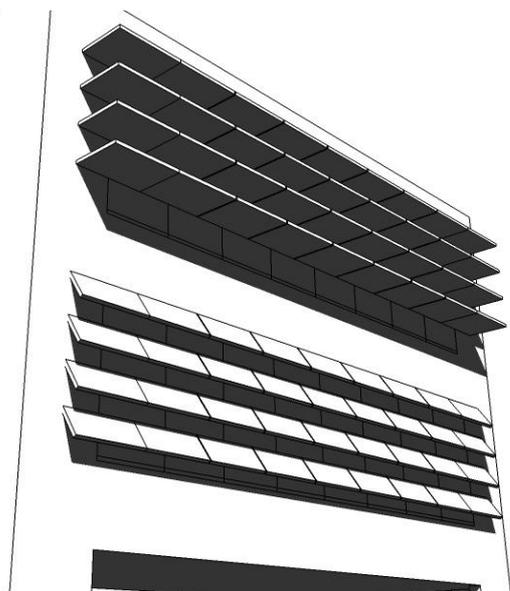


21	MAR/SET	9h
----	----------------	----

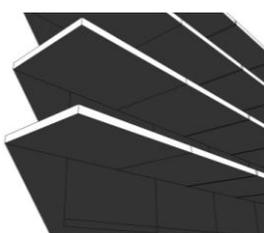
FACHADAS



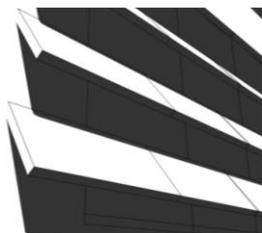
21	DEZ	9h
----	------------	----



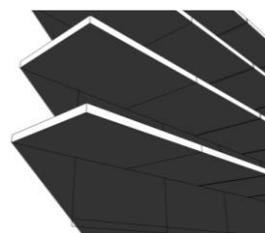
PERSPECTIVAS



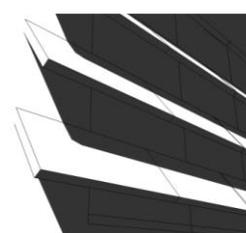
SUPERIOR



INFERIOR



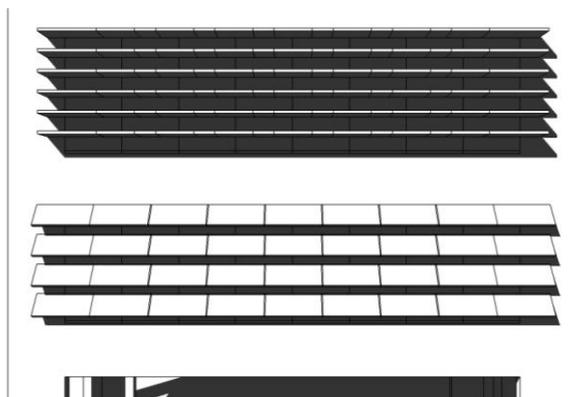
SUPERIOR



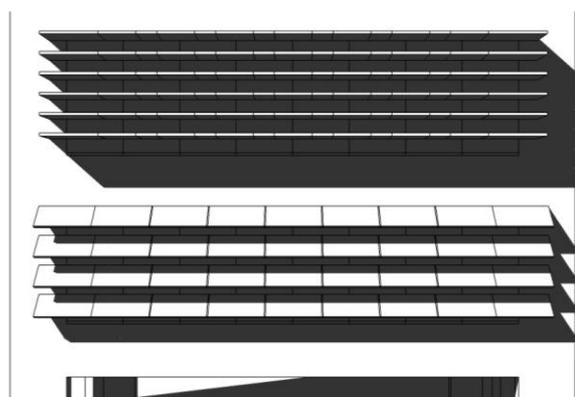
INFERIOR

NORDESTE – Elementos de Controle Solar – 4

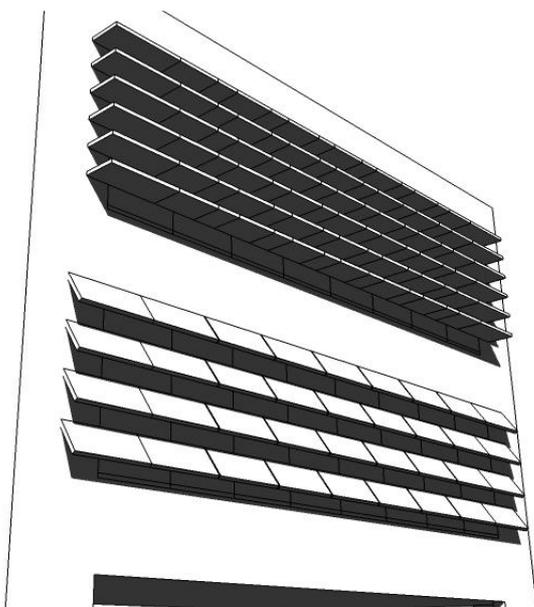
NORDESTE	1		NE1
H	HFG	HF-HGi	NE2i



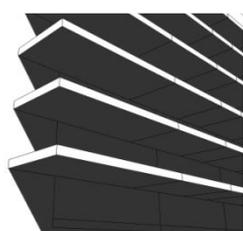
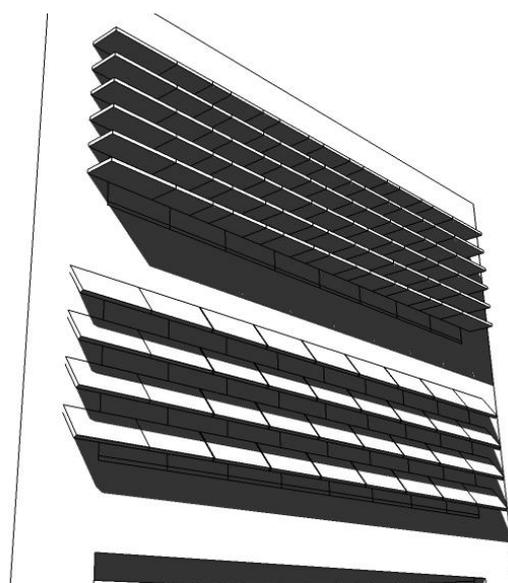
21	MAR/SET	9h	FACHADAS
----	----------------	----	----------



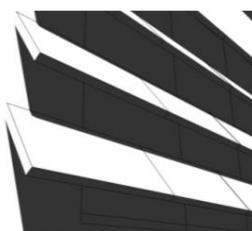
21	DEZ	9h	
----	------------	----	--



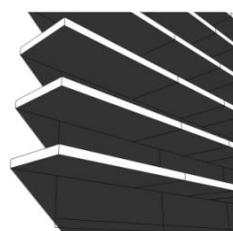
PERSPECTIVAS



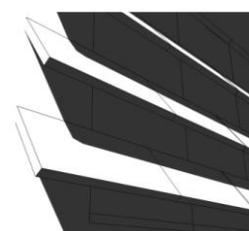
SUPERIOR



INFERIOR



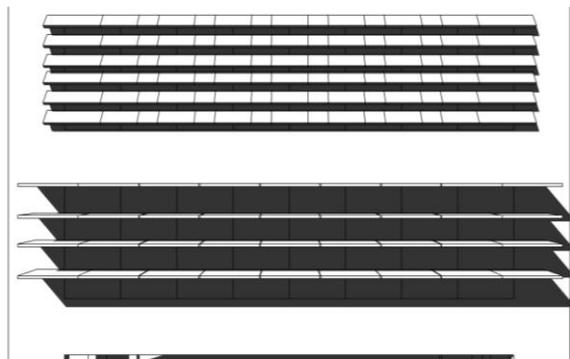
SUPERIOR



INFERIOR

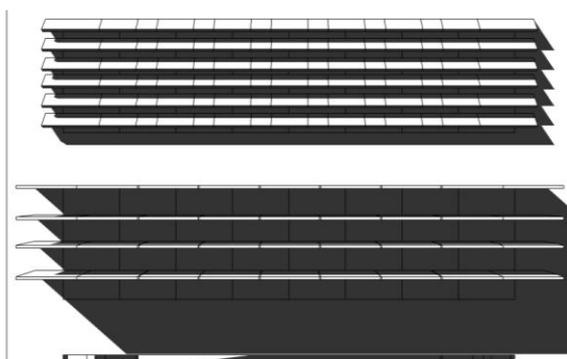
NORDESTE – Elementos de Controle Solar – 6

NORDESTE	1		NE1i
H	HFG	HFi-HG	NE2

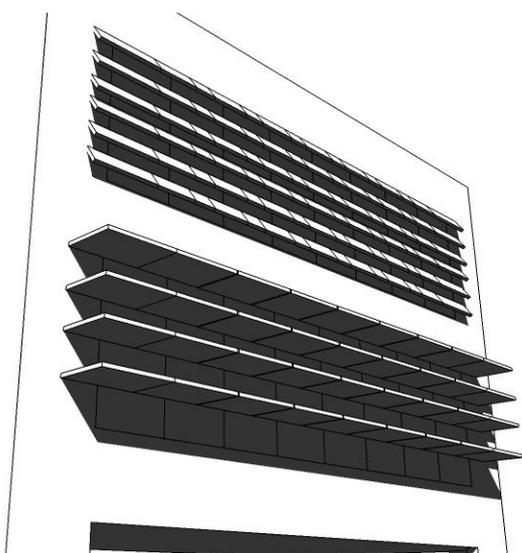


21	MAR/SET	9h
----	----------------	----

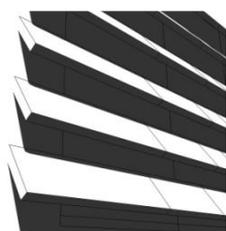
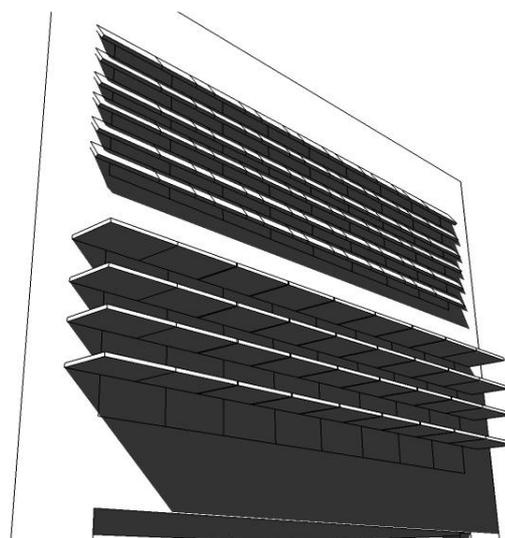
FACHADAS



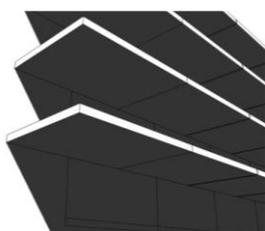
21	DEZ	9h
----	------------	----



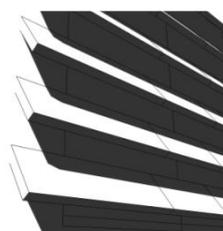
PERSPECTIVAS



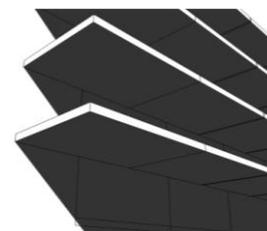
SUPERIOR



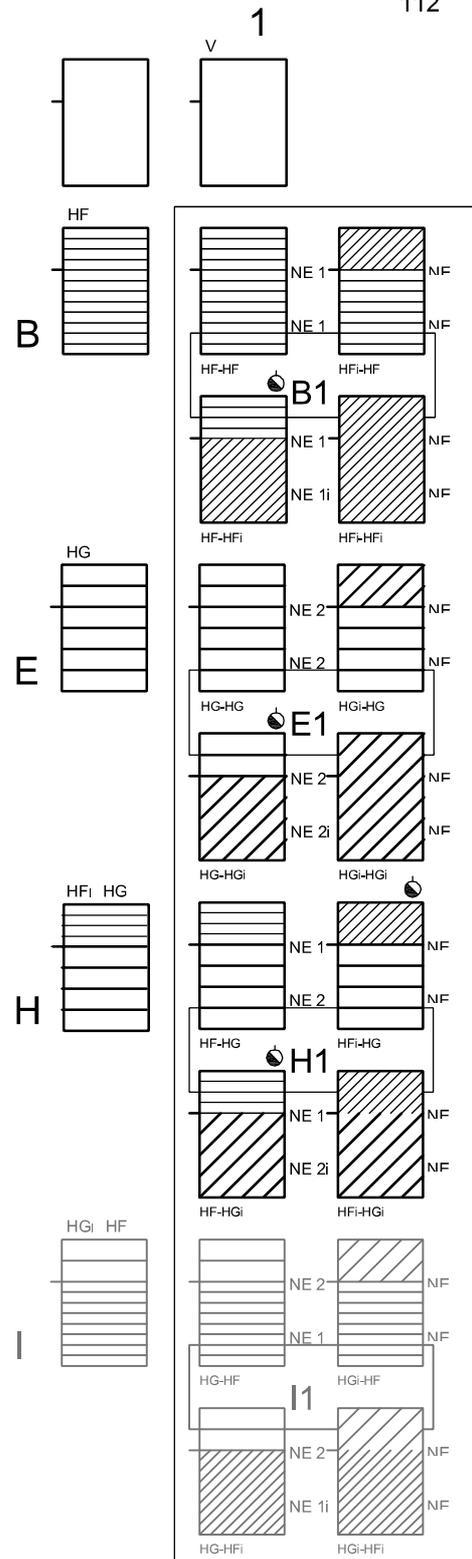
INFERIOR



SUPERIOR



INFERIOR



MATRIZ DAS TEXTURAS DE PROTEÇÃO SOLAR EM FACHADAS.

A matriz apresenta padrões de texturas resultantes do menor ou maior afastamento entre as peças horizontais e verticais, e profundidade diretamente proporcionais. Um menor afastamento gera uma trama fina - F -, uma maior profundidade uma trama graúda - G -.

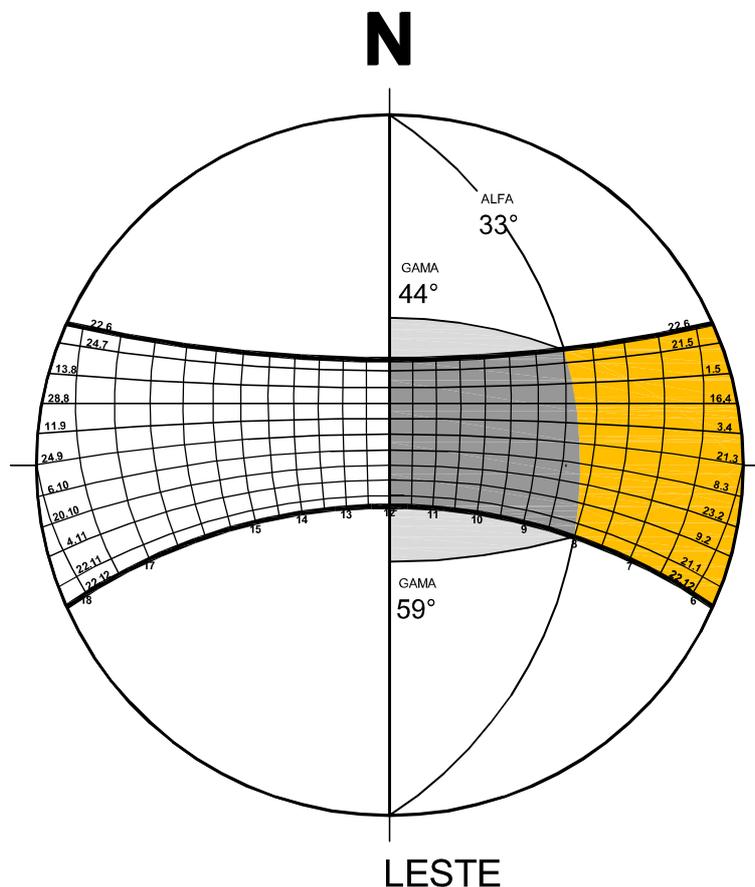
Os elementos formados pelo cruzamento de linhas horizontais e coluna vertical atendem à proteção para esta fachada, representados na matriz pela indicação alfa-numérica.

A partir de cada célula da matriz ortogonal, obtem-se mais 3 - três - componentes pela combinação da inclinação - i - das peças horizontais nas seções superior e inferior.

Os componentes marcados com o símbolo da orientação serão representados graficamente.

Os conjunto I1, apresenta combinação de peças duas a duas, pertencentes a esta planilha, com alternância de posicionamento superior e inferior da fachada.

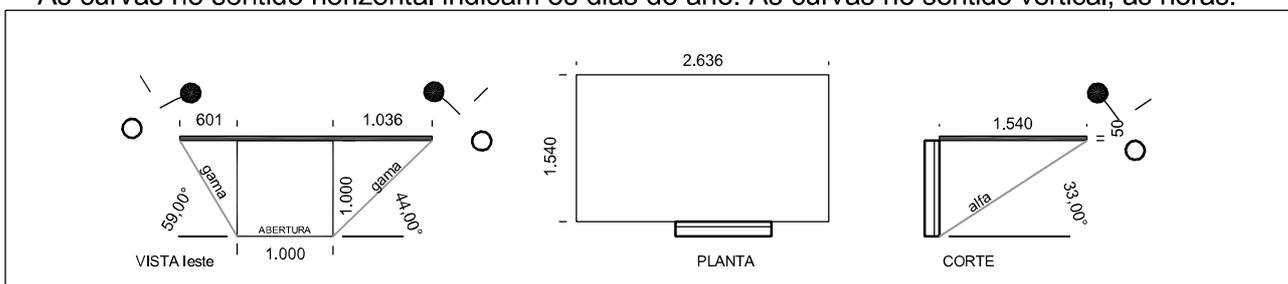




A área hachurada em laranja indica o período de insolação.

A área cinza clara indica a máscara de sombra da peça. A cor cinza escura, a sombra efetiva.

As curvas no sentido horizontal indicam os dias do ano. As curvas no sentido vertical, as horas.



Para a orientação Leste, as aberturas nessa fachada estarão protegidas em março e setembro a partir das 8h15min - respectivamente nos equinócios de outono e primavera.

Essa proteção segue progressivamente até o solstício de inverno - 21 de junho - a partir das 8h30min.

Esta estratégia de proteção considera a escolha de elementos horizontais para bloquear a radiação. no período da tarde, onde o nível elevado de radiação deve ser evitado.

A carta solar apresenta a máscara de sombra do componente solar e sua proteção efetiva.

O ângulo Alfa representa a altura solar. Pode ser encontrado no CORTE.

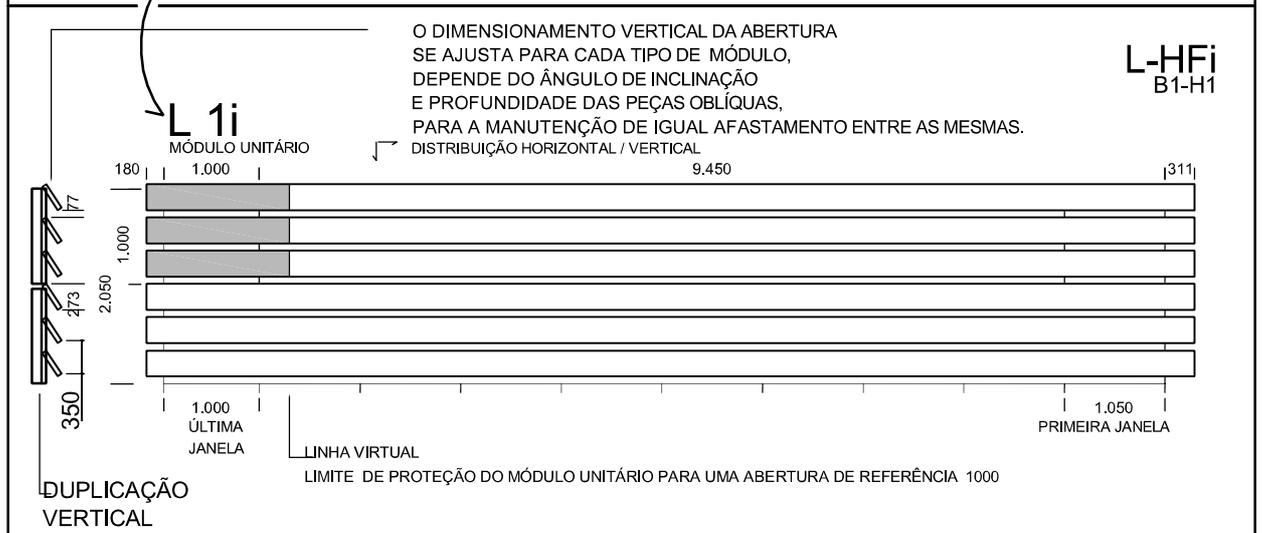
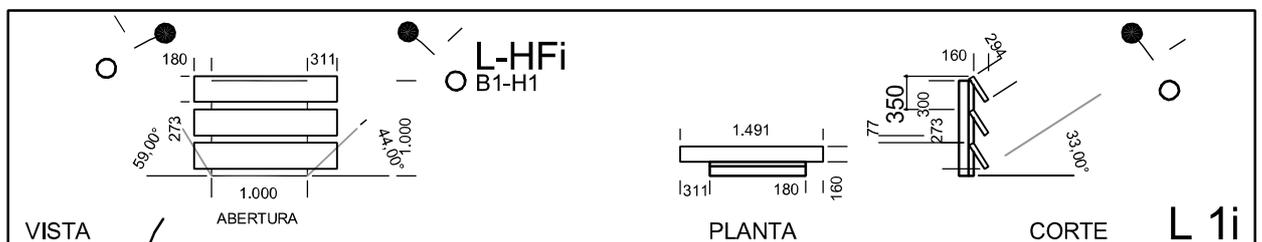
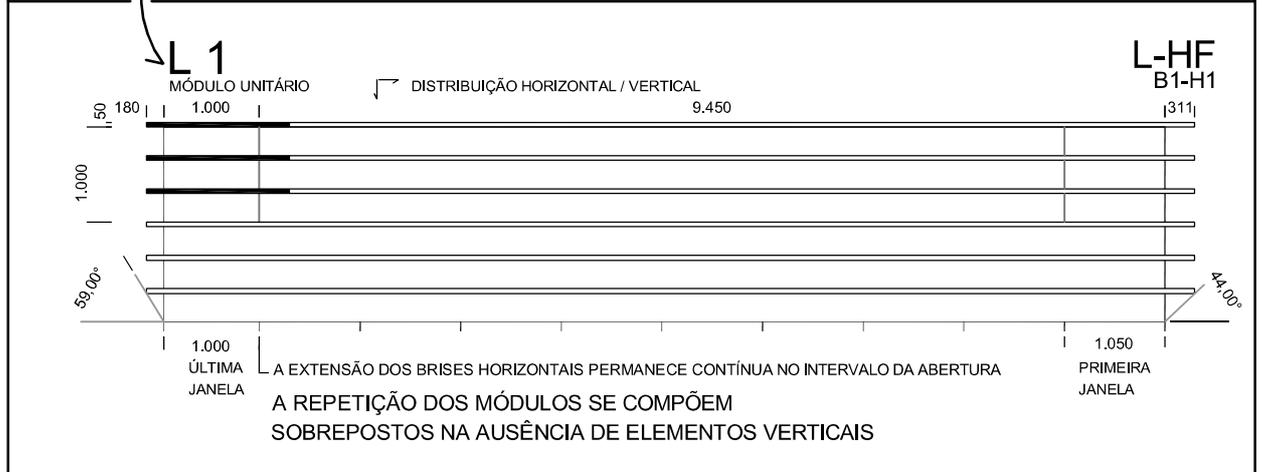
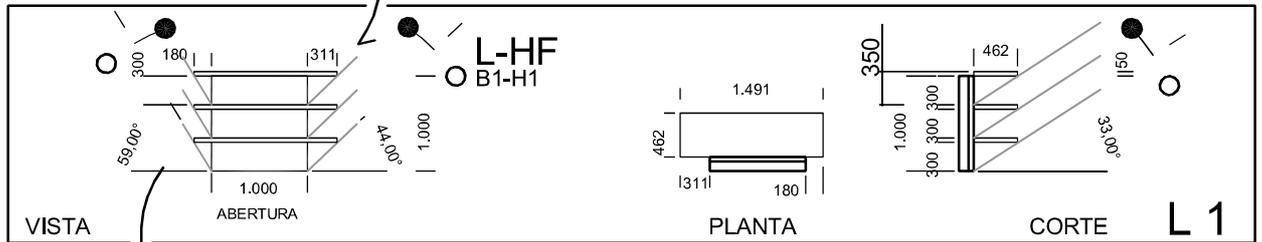
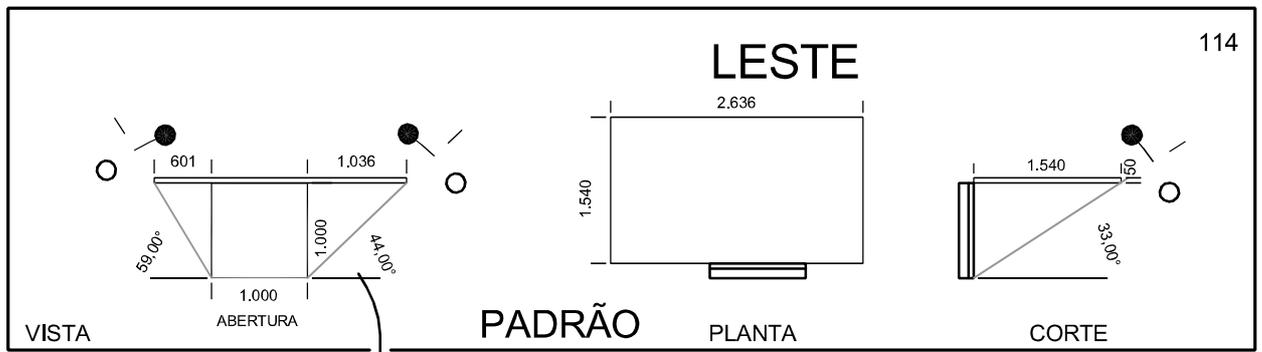
Este ângulo determina a profundidade da peça horizontal.

O ângulo Beta representa a posição relativa do sol a partir do Norte verdadeiro. Vê-se na PLANTA.

Os ângulos Gama são ângulos que vão limitar o sombreamento das peças horizontais e verticais, quando estas tiverem dimensões finitas.

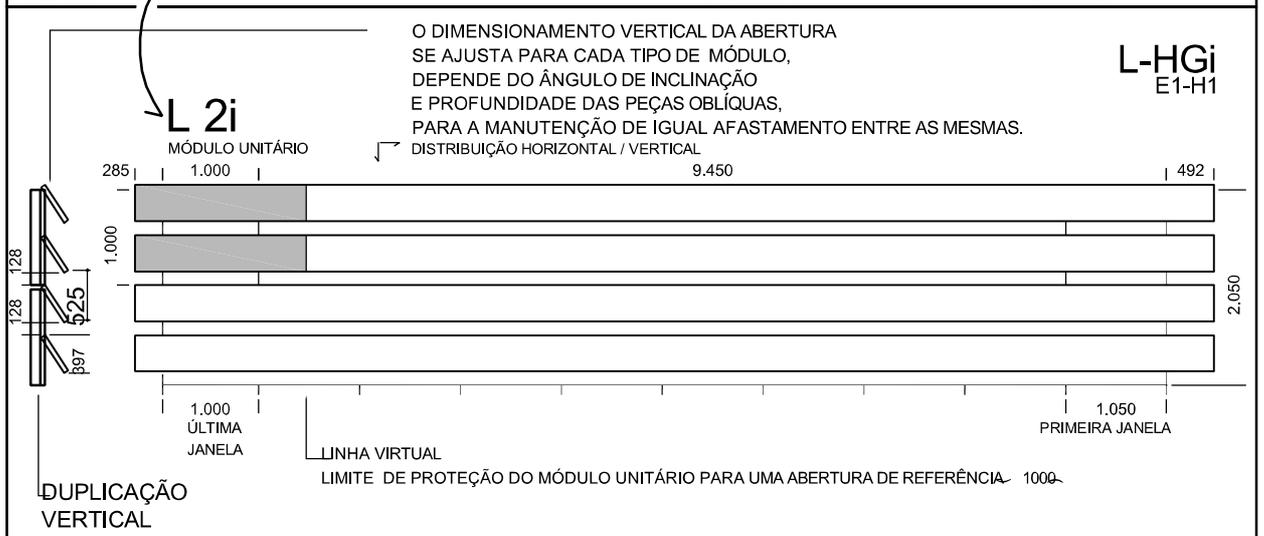
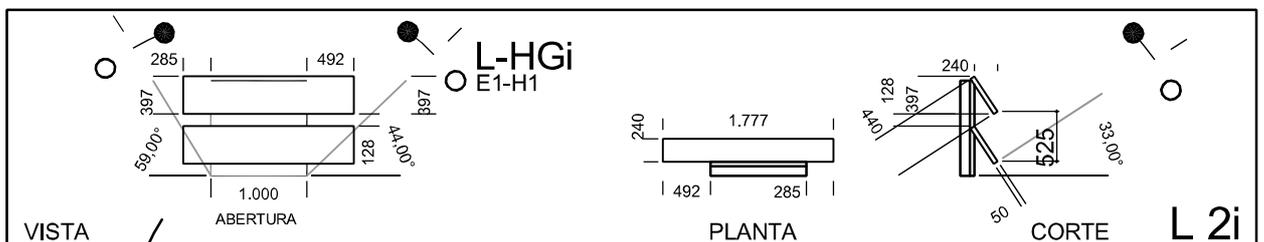
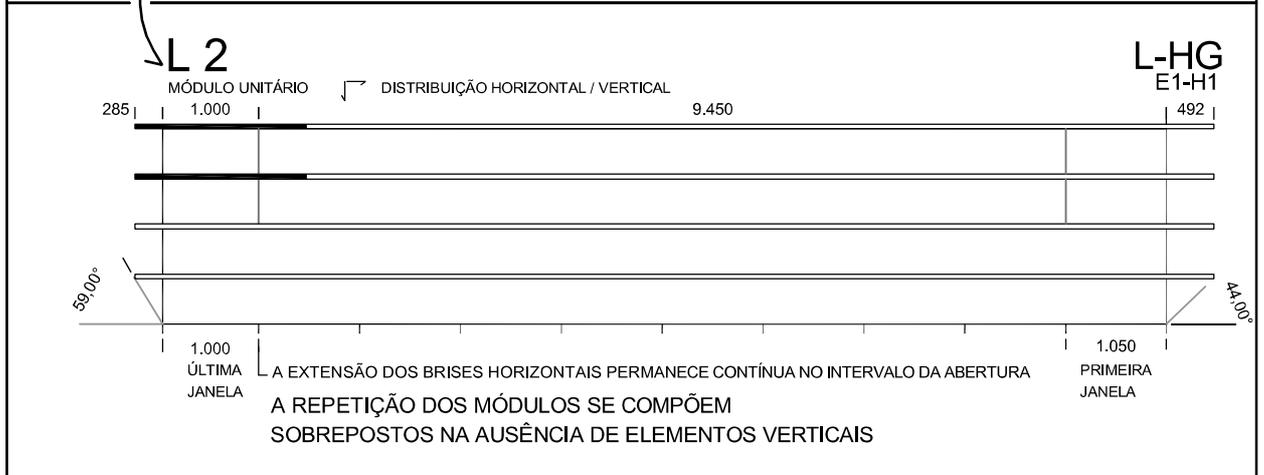
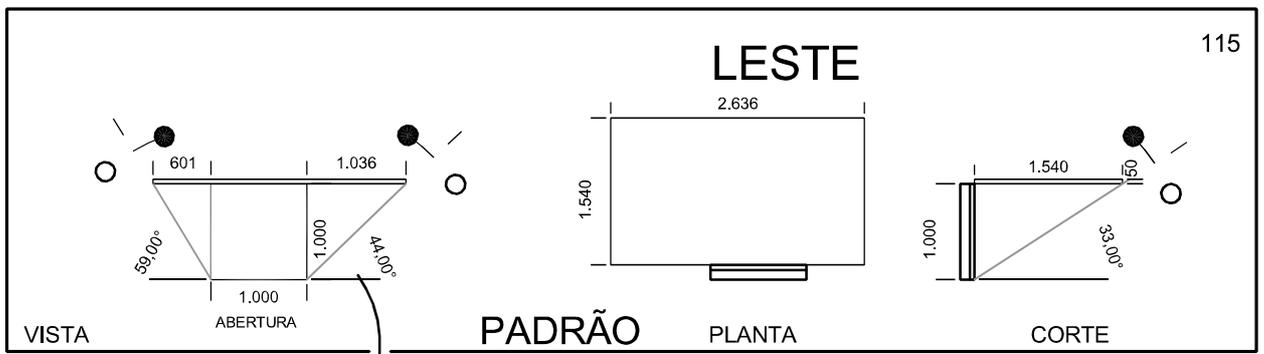
O ângulo gama encontra-se na VISTA frontal da abertura.





TEXTURA DOS ELEMENTOS DE PROTEÇÃO SOLAR EM FACHADAS.
 Variação da quantidade dos elementos horizontais e verticais.
 Elementos horizontais apresentam padrões ortogonais e inclinados.
 Composição das texturas pela repetição da modulação.



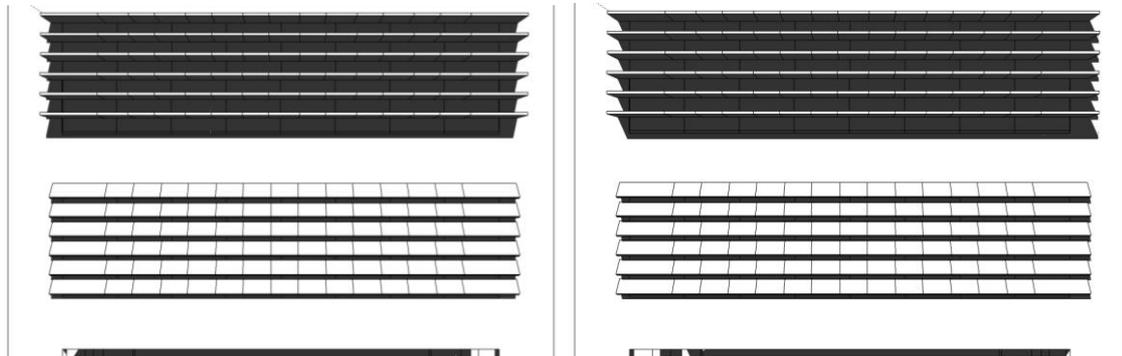


TEXTURA DOS ELEMENTOS DE PROTEÇÃO SOLAR EM FACHADAS.
 Variação da quantidade dos elementos horizontais e verticais.
 Elementos horizontais apresentam padrões ortogonais e inclinados.
 Composição das texturas pela repetição da modulação.



LESTE – Elementos de Controle Solar – 2

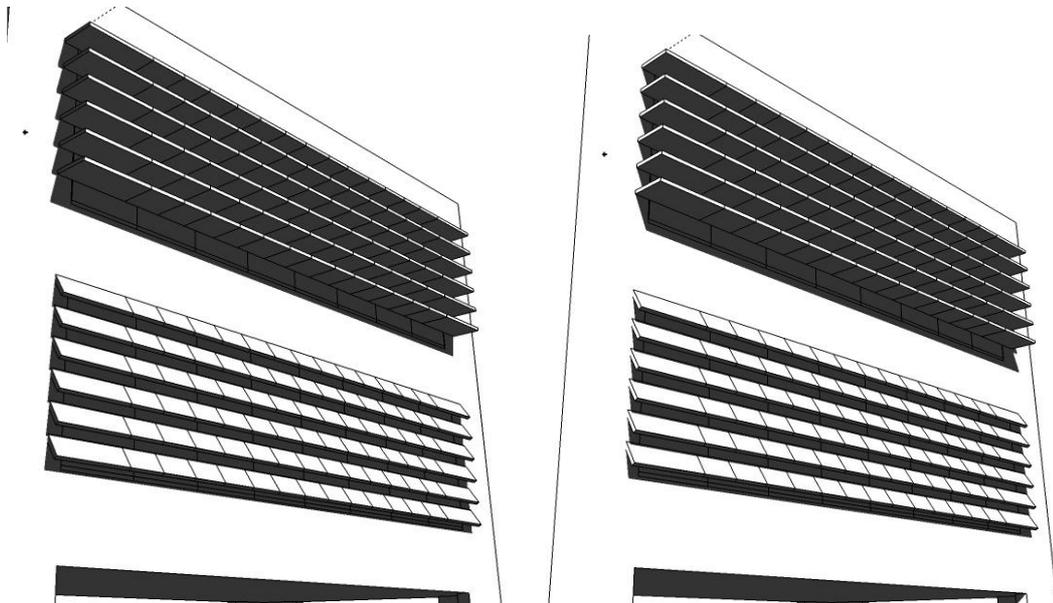
LESTE	1		L1
B	HF	HF-HFi	L1i



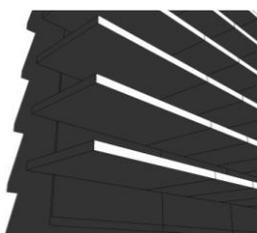
21 MAR/SET 9h

FACHADAS

21 DEZ 9h



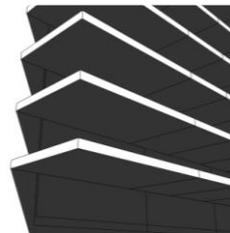
PERSPECTIVAS



SUPERIOR



INFERIOR



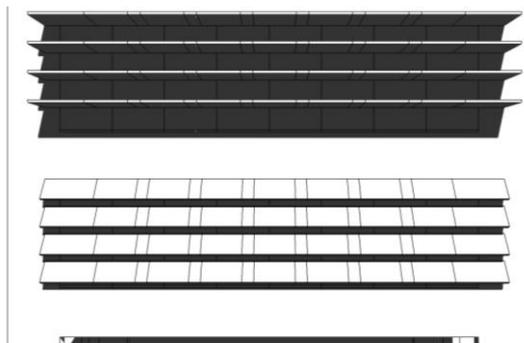
SUPERIOR



INFERIOR

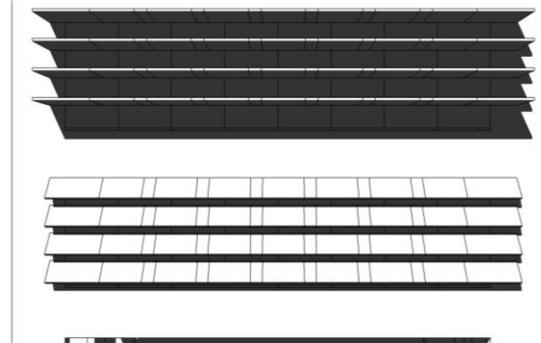
LESTE – Elementos de Controle Solar – 9

LESTE	1		L2
E	HG	HG-HGi	L2i

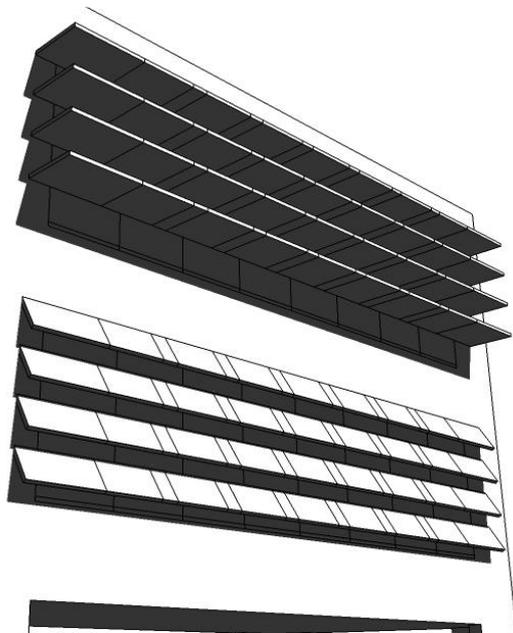


21 **MAR/SET** 9h

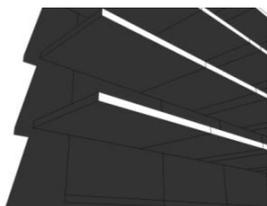
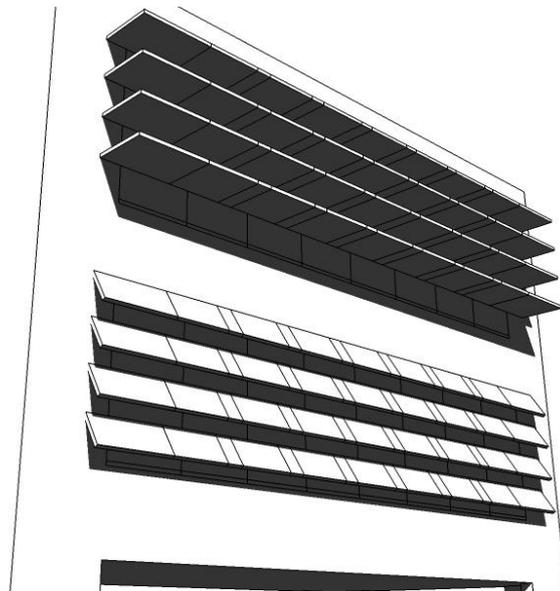
FACHADAS



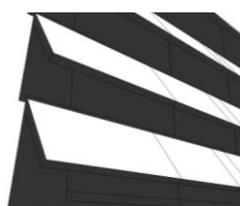
21 **DEZ** 9h



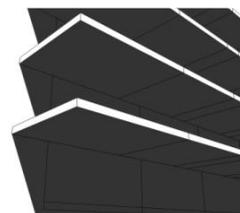
PERSPECTIVAS



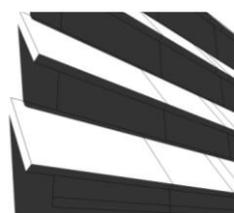
SUPERIOR



INFERIOR



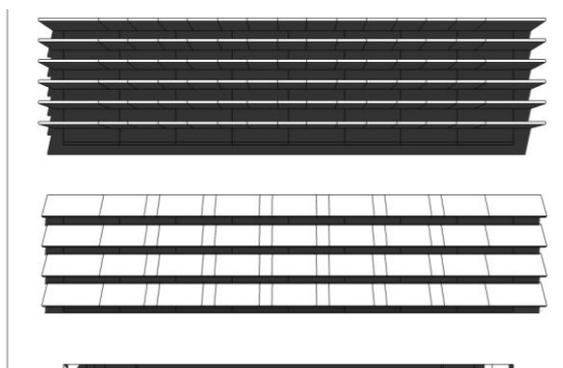
SUPERIOR



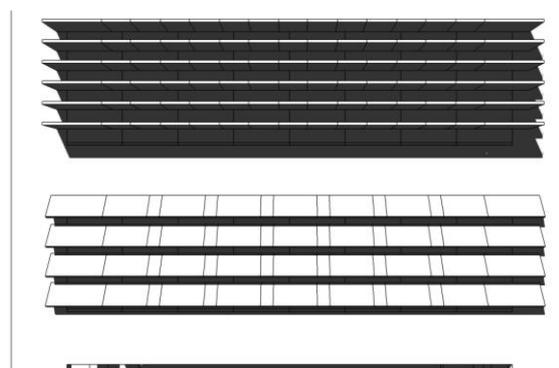
INFERIOR

LESTE – Elementos de Controle Solar – 4

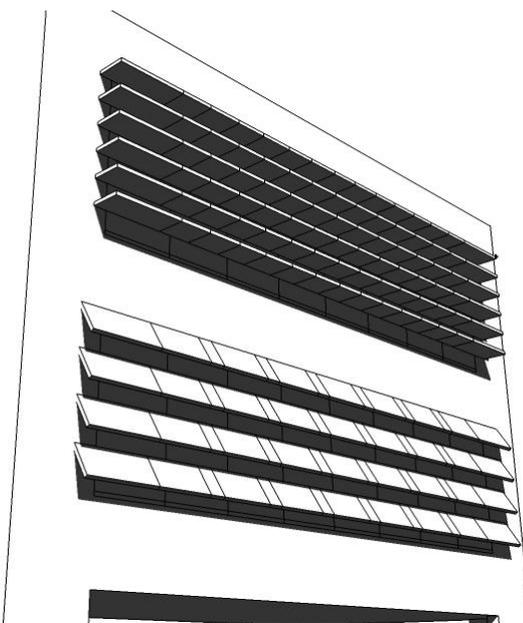
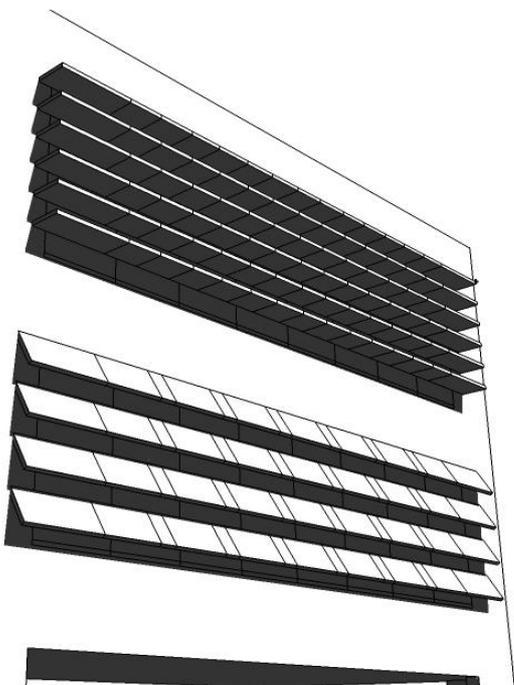
LESTE	1		L1
H	HFG	HF-HGi	L2i



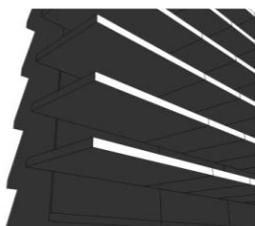
21 MAR/SET 9h FACHADAS



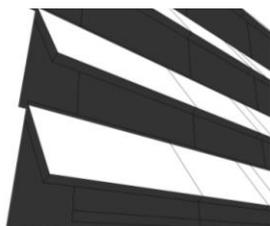
21 DEZ 9h



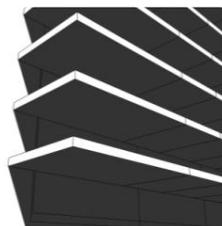
PERSPECTIVAS



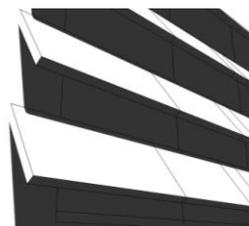
SUPERIOR



INFERIOR



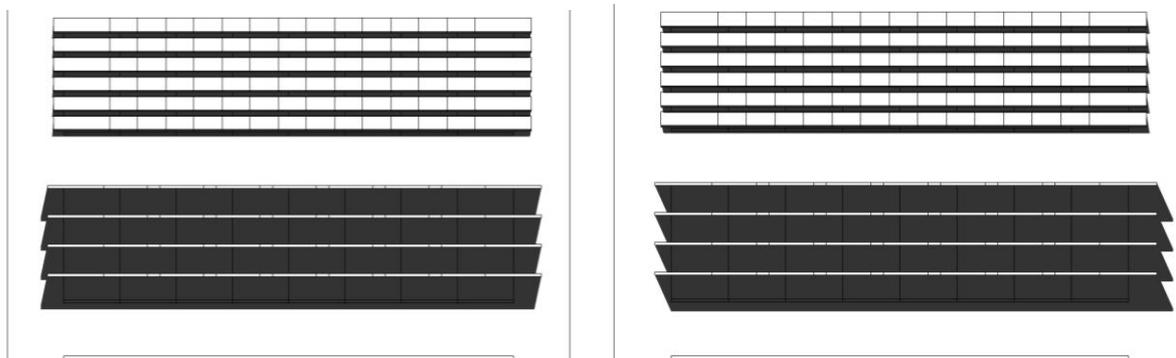
SUPERIOR



INFERIOR

LESTE – Elementos de Controle Solar – 6

LESTE	1		L1i
H	HFG	HFi-HG	L2



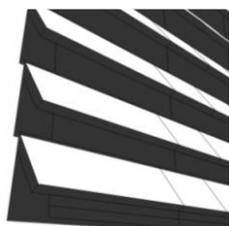
21 MAR/SET 9h

FACHADAS

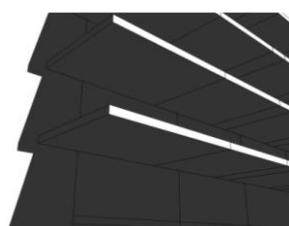
21 DEZ 9h



PERSPECTIVAS



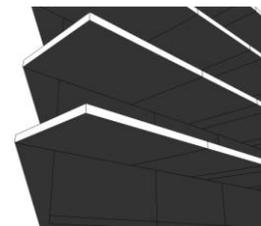
SUPERIOR



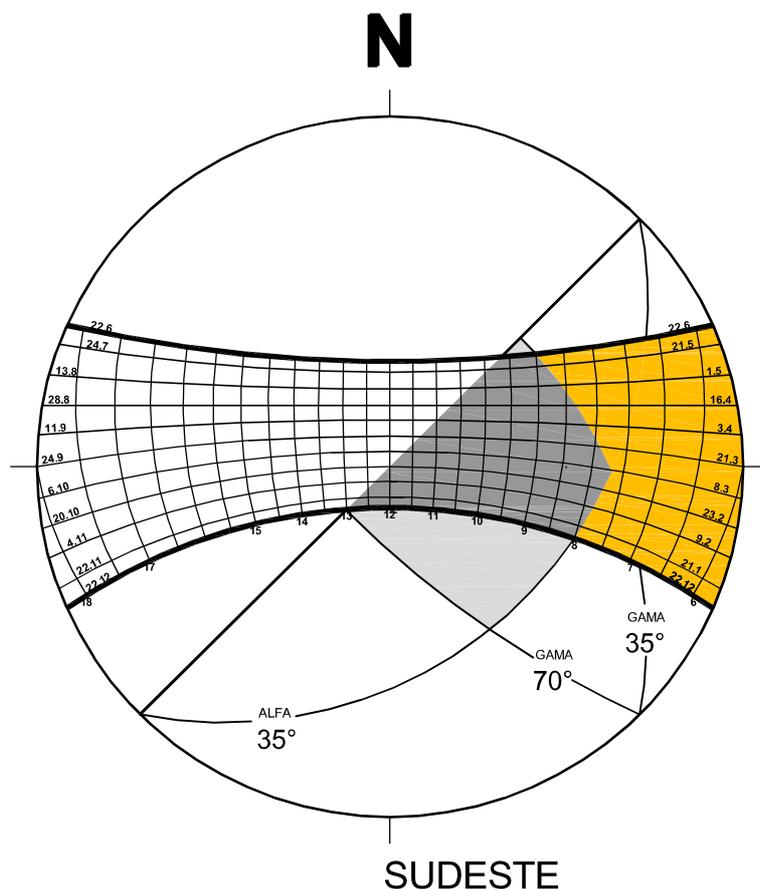
INFERIOR



SUPERIOR



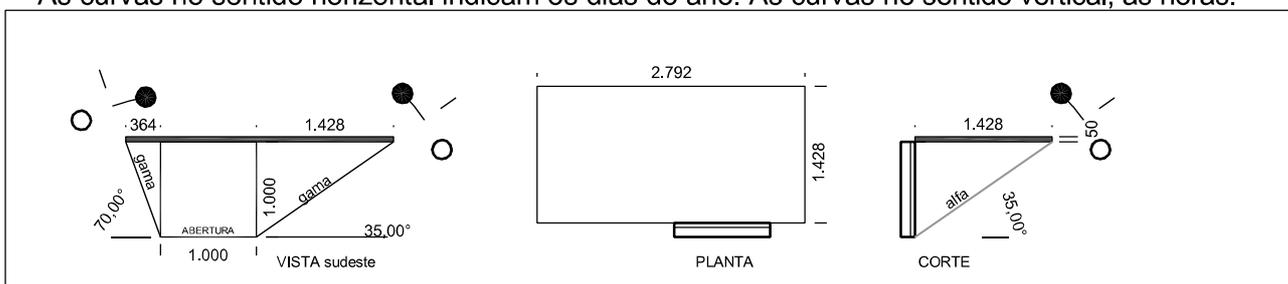
INFERIOR



A área hachurada em laranja indica o período de insolação.

A área cinza clara indica a máscara de sombra da peça. A cor cinza escura, a sombra efetiva.

As curvas no sentido horizontal indicam os dias do ano. As curvas no sentido vertical, as horas.



Para a orientação Sudeste, as aberturas receberão insolação no começo da manhã

A partir das 8h no solstício de verão a proteção passa a ser efetiva.

Durante o solstício de inverno - 21 de junho - há uma maior tolerância à entrada de luz, o sol entra nas aberturas até 9h aproximadamente.

Esta estratégia de proteção evita as temperaturas mais elevadas principalmente depois das 9h.

A carta solar apresenta a máscara de sombra do componente solar e sua proteção efetiva.

O ângulo Alfa representa a altura solar. Pode ser encontrado no CORTE.

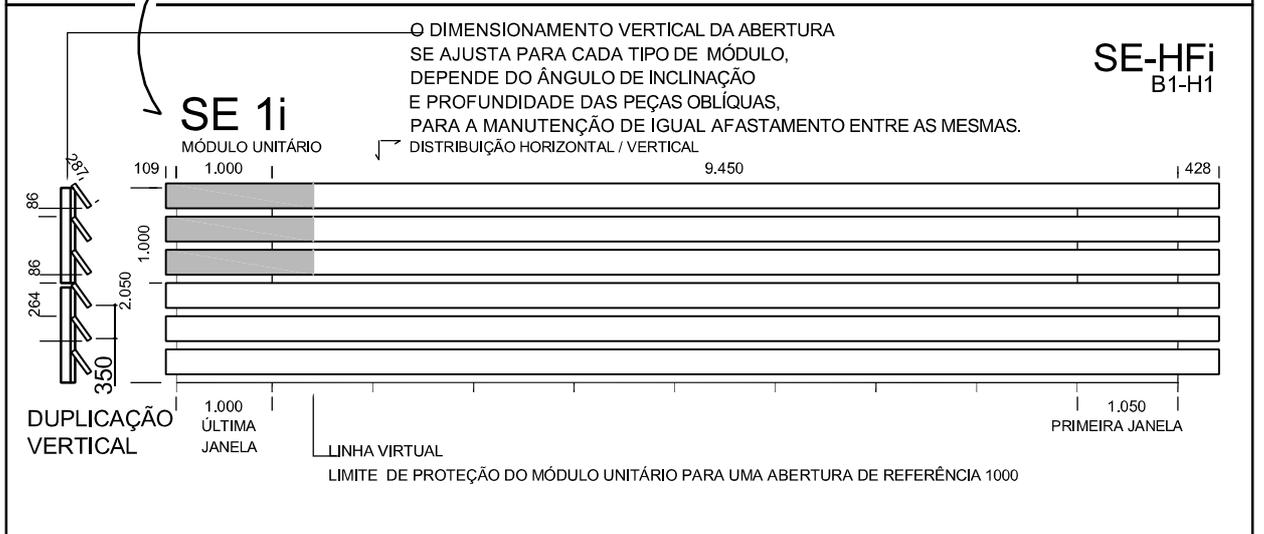
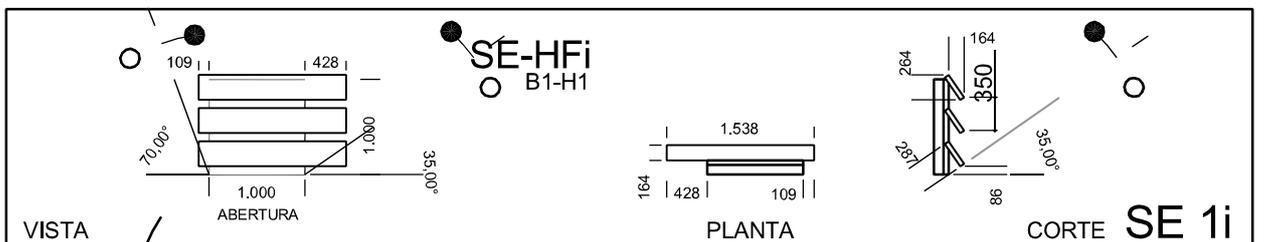
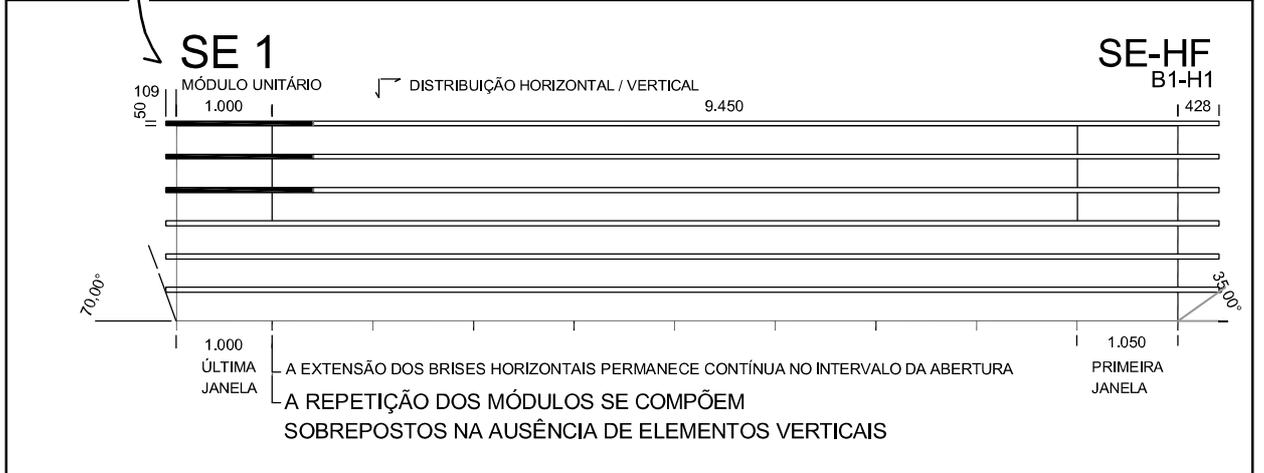
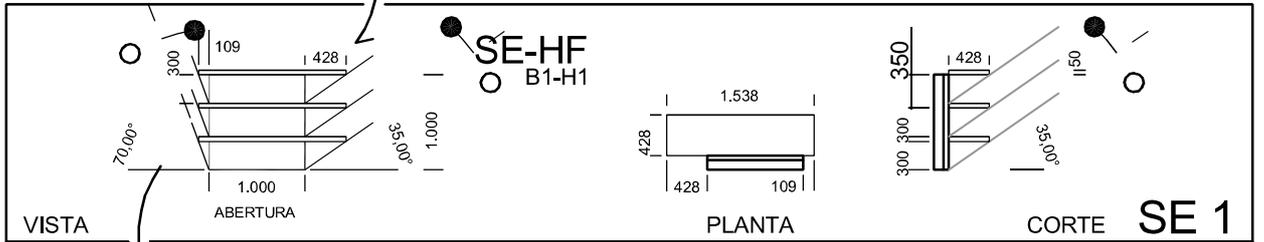
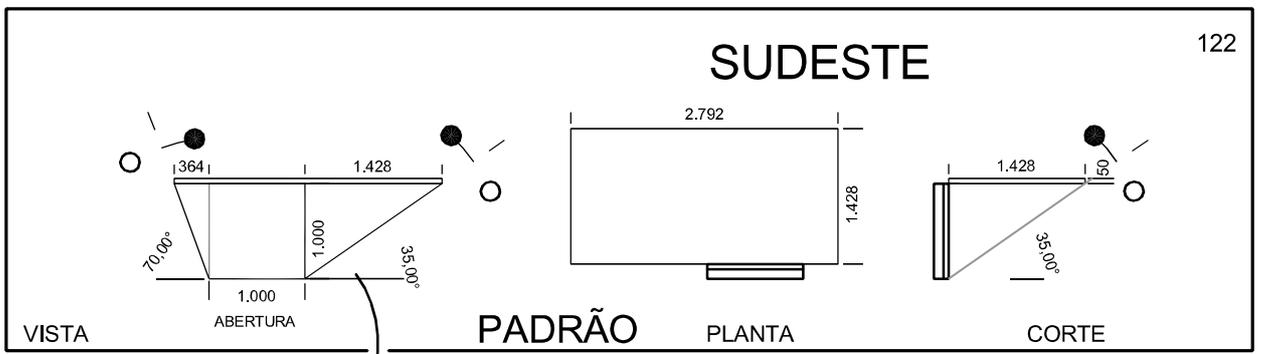
Este ângulo determina a profundidade da peça horizontal.

O ângulo Beta representa a posição relativa do sol a partir do Norte verdadeiro. Vê-se na PLANTA.

Os ângulos Gama são ângulos que vão limitar o sombreamento das peças horizontais e verticais, quando estas tiverem dimensões finitas.

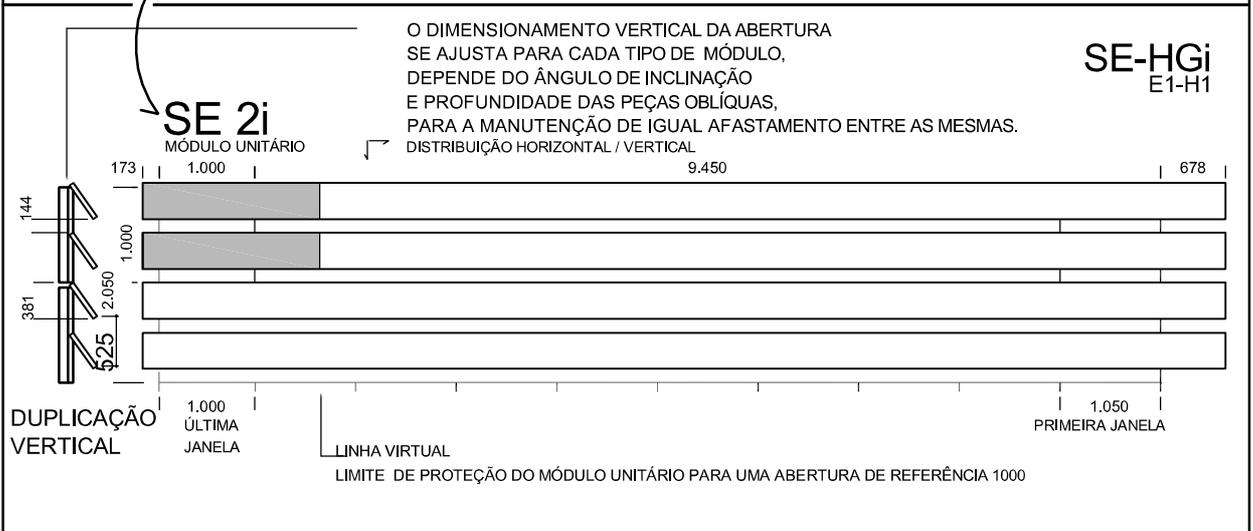
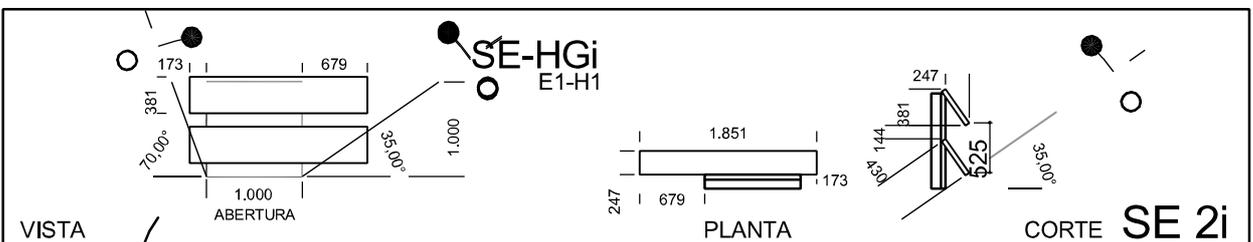
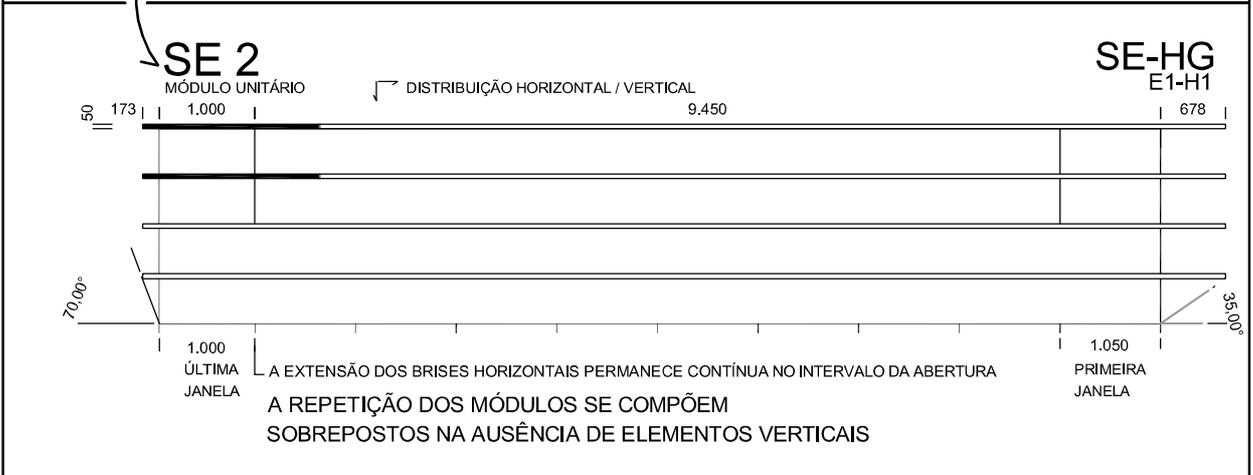
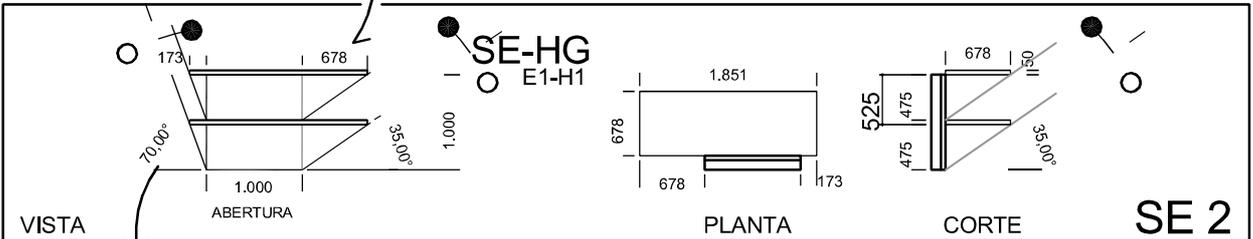
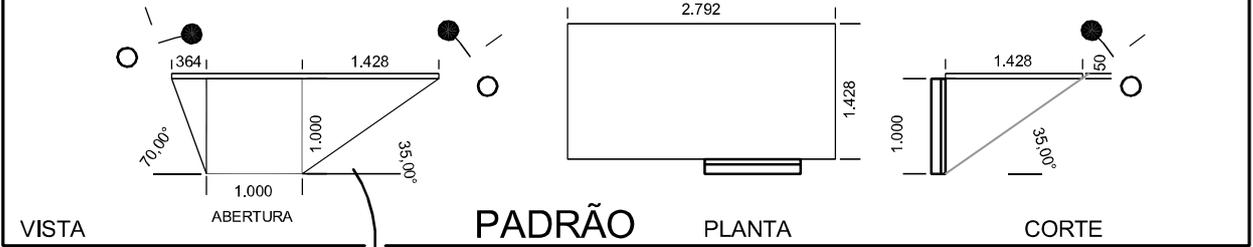
O ângulo gama encontra-se na VISTA frontal da abertura.





TEXTURA DOS ELEMENTOS DE PROTEÇÃO SOLAR EM FACHADAS.
 Variação da quantidade dos elementos horizontais e verticais.
 Elementos horizontais apresentam padrões ortogonais e inclinados.
 Composição das texturas pela repetição da modulação.



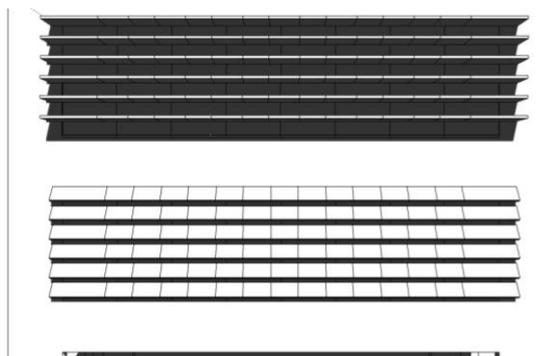


TEXTURA DOS ELEMENTOS DE PROTEÇÃO SOLAR EM FACHADAS.
 Variação da quantidade dos elementos horizontais e verticais.
 Elementos horizontais apresentam padrões ortogonais e inclinados.
 Composição das texturas pela repetição da modulação.

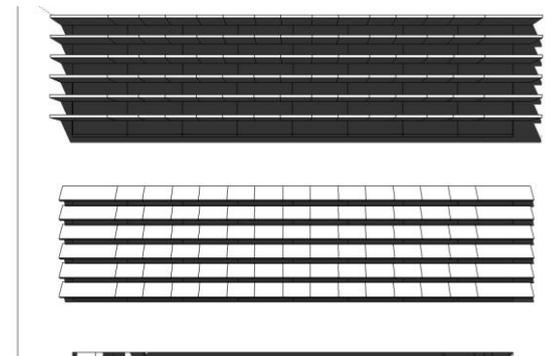


SUDESTE – Elementos de Controle Solar – 2

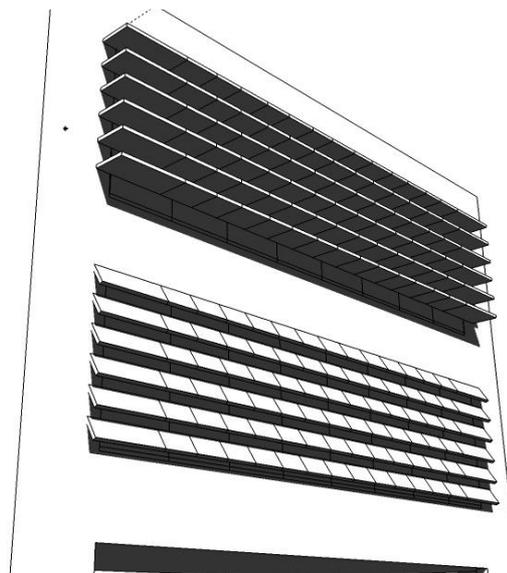
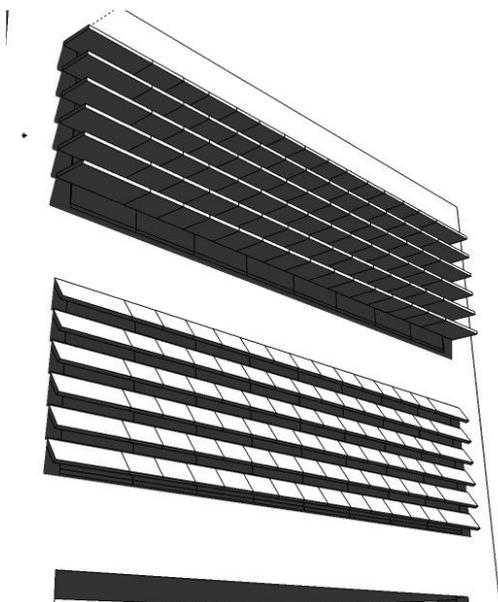
SUDESTE	1		SE1
B	HF	HF-HFi	SE1i



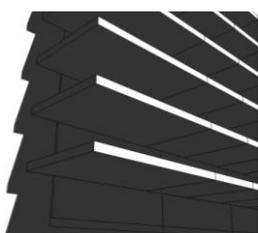
21 MAR/SET 9h FACHADAS



21 DEZ 9h



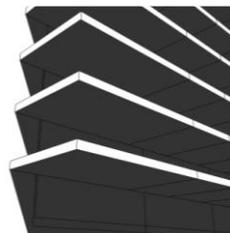
PERSPECTIVAS



SUPERIOR



INFERIOR



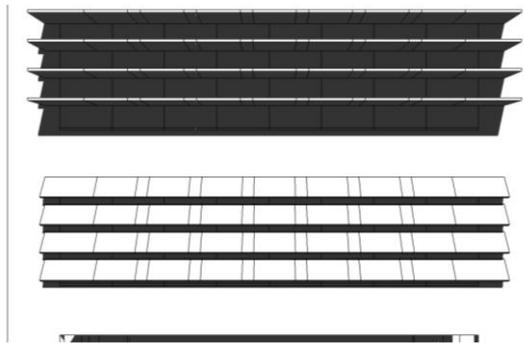
SUPERIOR



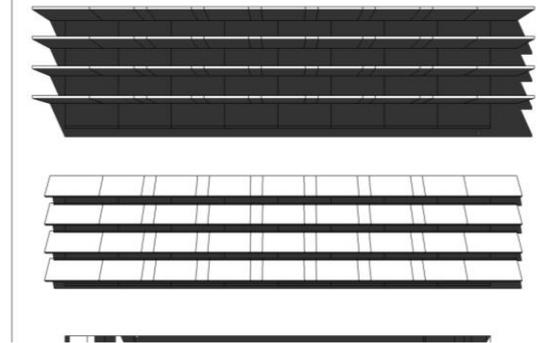
INFERIOR

SUDESTE – Elementos de Controle Solar – 9

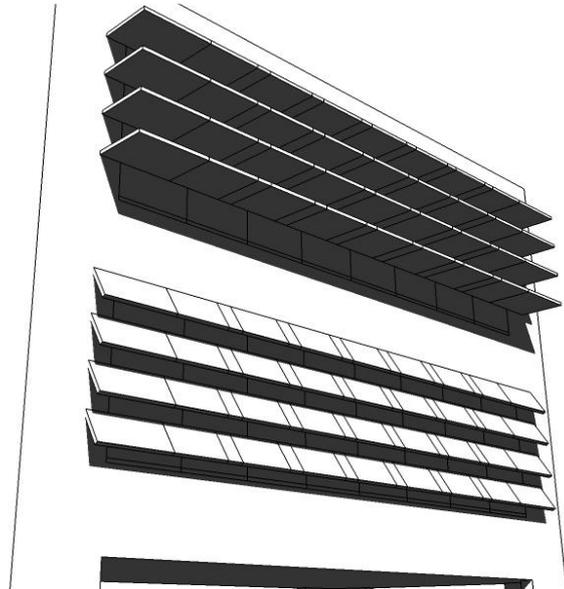
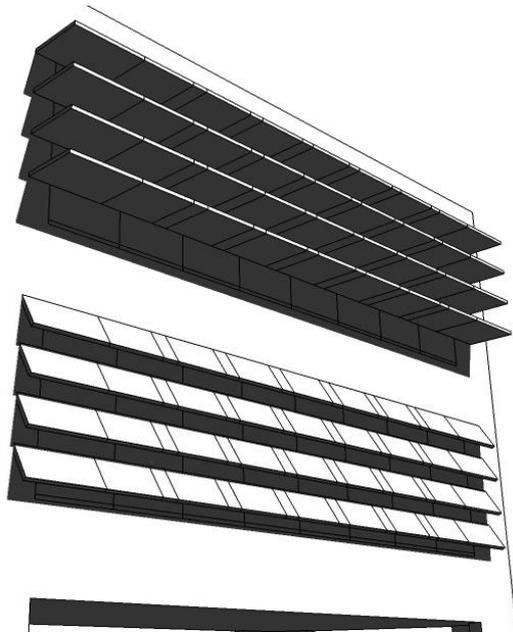
SUDESTE	1		SE2
E	HG	HG-HGi	SE2i



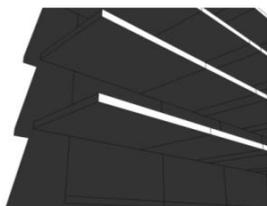
21 **MAR/SET** 9h FACHADAS



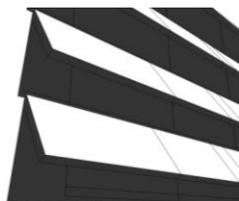
21 **DEZ** 9h



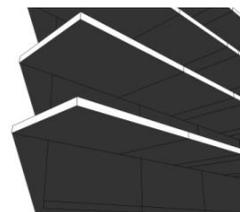
PERSPECTIVAS



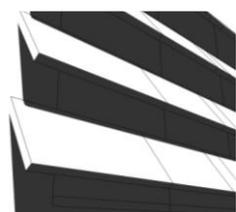
SUPERIOR



INFERIOR



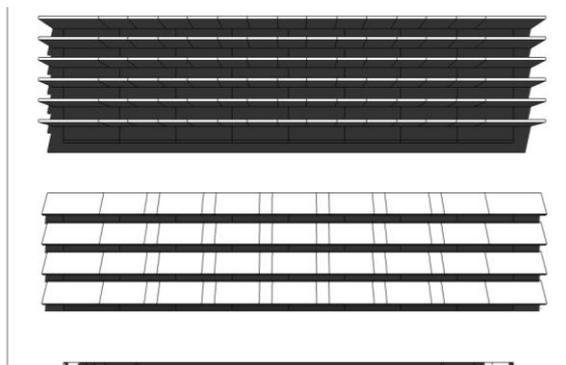
SUPERIOR



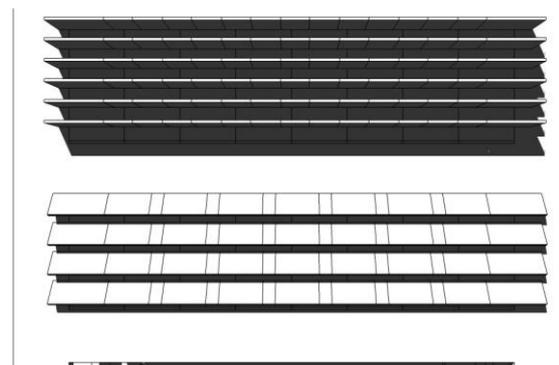
INFERIOR

SUDESTE – Elementos de Controle Solar – 4

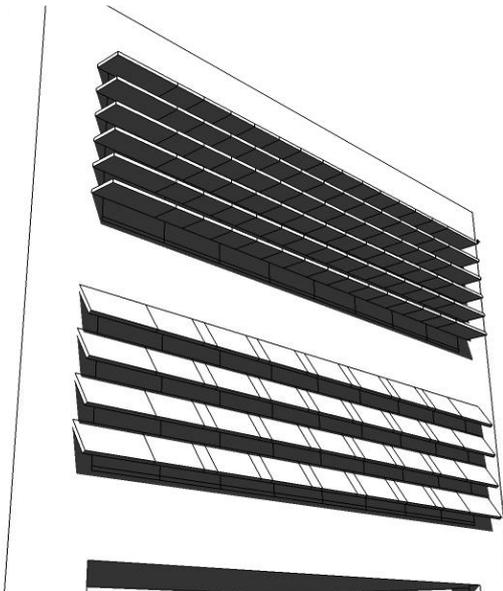
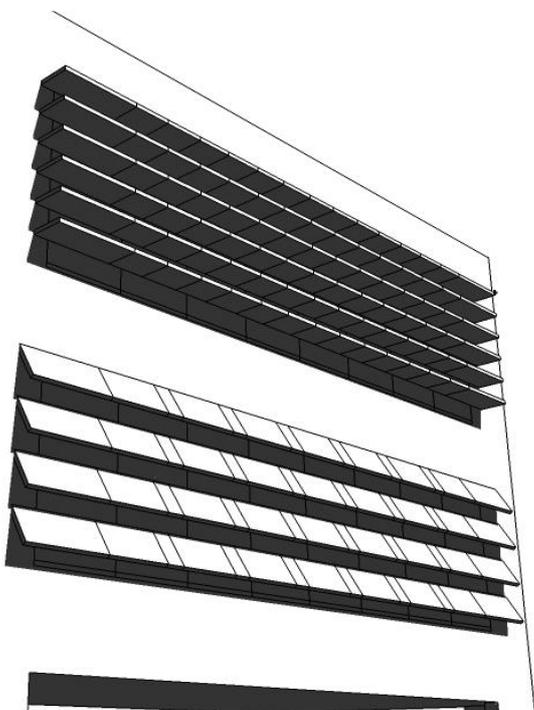
SUDESTE	1		SE1
H	HFG	HF-HGi	SE2i



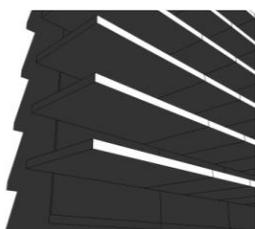
21	MAR/SET	9h	FACHADAS
----	----------------	----	----------



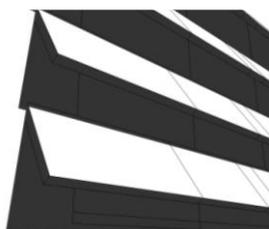
21	DEZ	9h	
----	------------	----	--



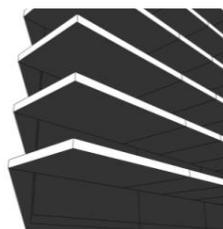
PERSPECTIVAS



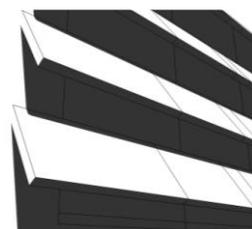
SUPERIOR



INFERIOR



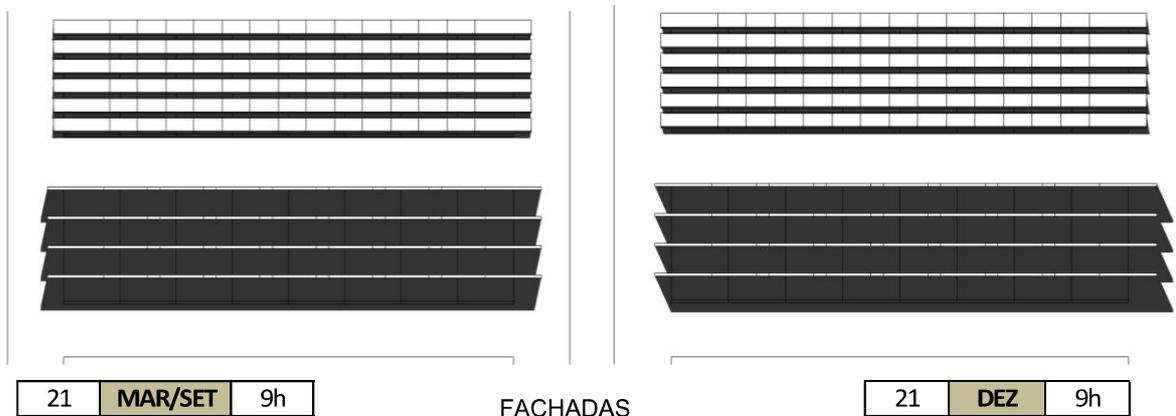
SUPERIOR



INFERIOR

SUDESTE – Elementos de Controle Solar – 6

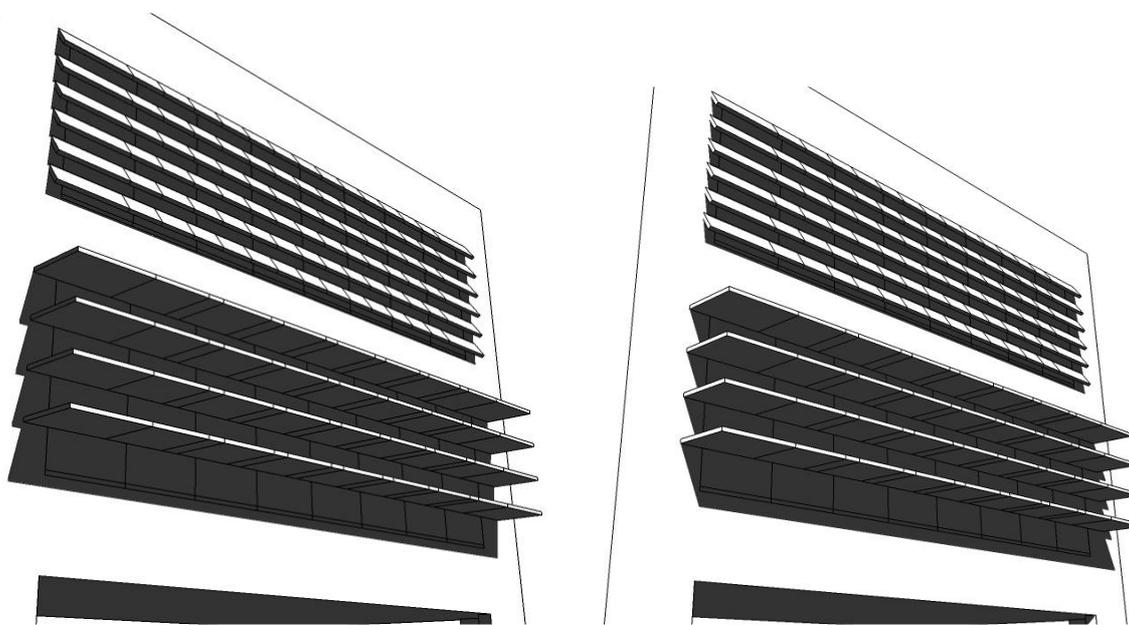
SUDESTE	1		SE1i
H	HFG	HFi-HG	SE2



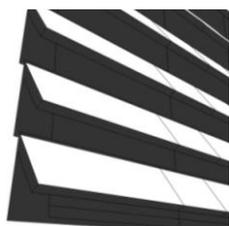
21 MAR/SET 9h

FACHADAS

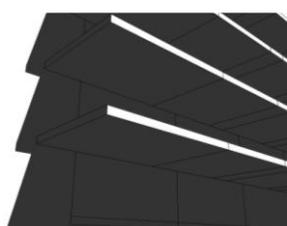
21 DEZ 9h



PERSPECTIVAS



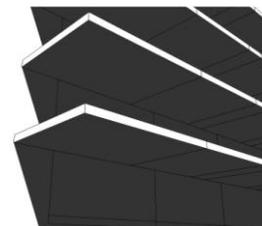
SUPERIOR



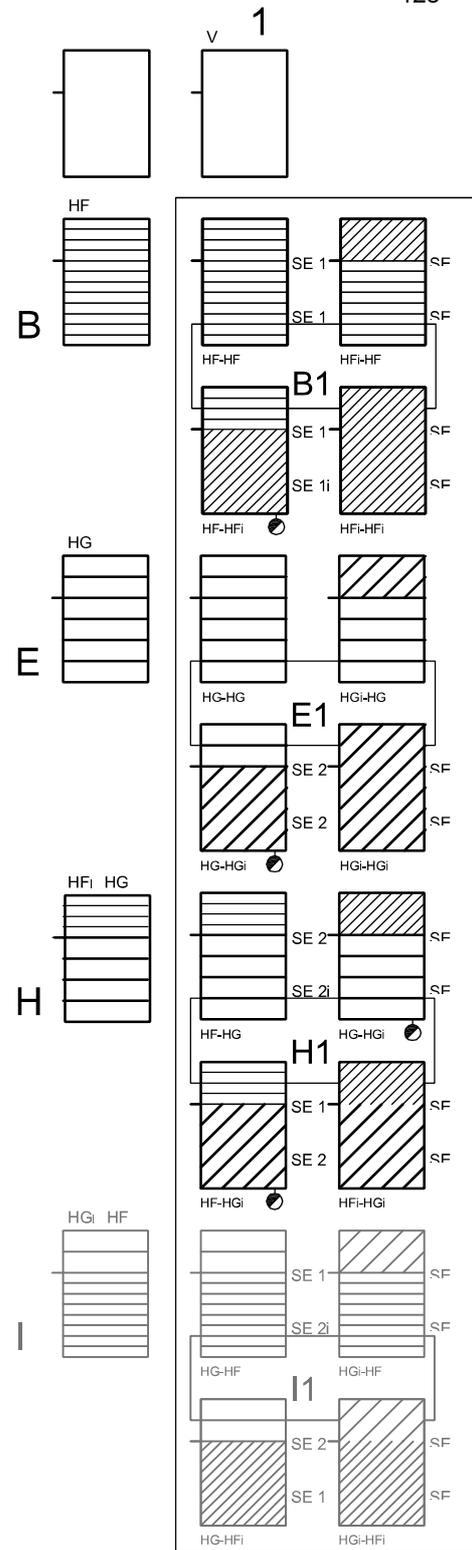
INFERIOR



SUPERIOR



INFERIOR



MATRIZ DAS TEXTURAS DE PROTEÇÃO SOLAR EM FACHADAS.

A matriz apresenta padrões de texturas resultantes do menor ou maior afastamento entre as peças horizontais e verticais, e profundidade diretamente proporcionais. Um menor afastamento gera uma trama fina - F -, uma maior profundidade uma trama graúda - G -.

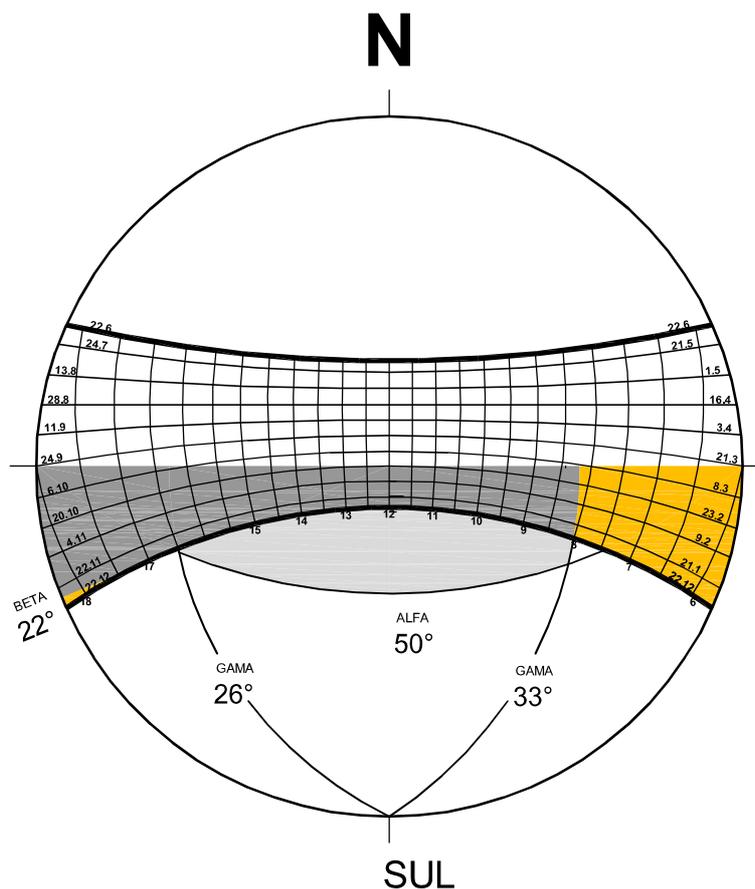
Os elementos formados pelo cruzamento de linhas horizontais e coluna vertical atendem à proteção para esta fachada, representados na matriz pela indicação alfa-numérica.

A partir de cada célula da matriz ortogonal, obtem-se mais 3 - três - componentes pela combinação da inclinação - i - das peças horizontais nas seções superior e inferior.

Os componentes marcados com o símbolo da orientação serão representados graficamente.

Os conjunto I1, apresenta combinação de peças duas a duas, pertencentes a esta planilha, com alternância de posicionamento superior e inferior da fachada.

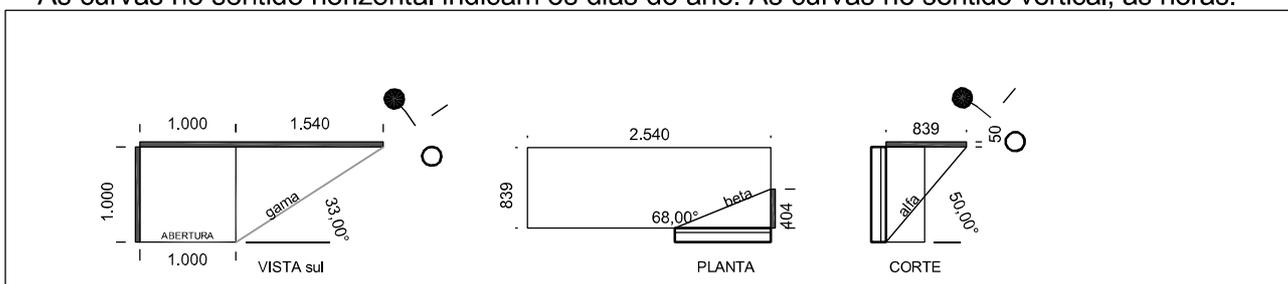




A área hachurada em laranja indica o período de insolação.

A área cinza clara indica a máscara de sombra da peça. A cor cinza escura, a sombra efetiva.

As curvas no sentido horizontal indicam os dias do ano. As curvas no sentido vertical, as horas.



Para a orientação Sul, as aberturas nessa fachada estarão protegidas em dezembro a partir das 8h

Devido a uma maior radiação no período da tarde, praticamente a abertura recebeu total proteção, restando apenas o fim de dezembro para a entrada de luz depois das 18h.

Esta estratégia de proteção evita as temperaturas mais elevadas principalmente no período da tarde, onde o nível elevado de radiação deve ser evitado.

A carta solar apresenta a máscara de sombra do componente solar e sua proteção efetiva.

O ângulo Alfa representa a altura solar. Pode ser encontrado no CORTE.

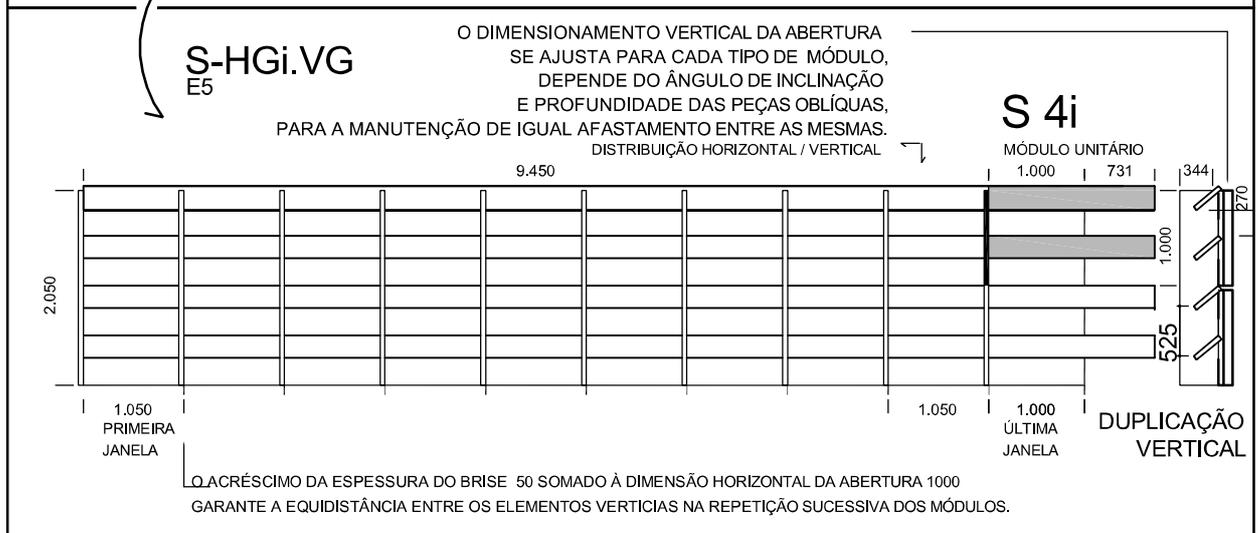
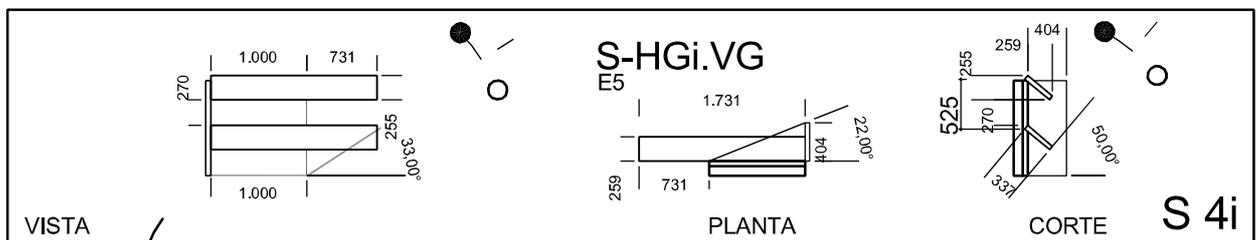
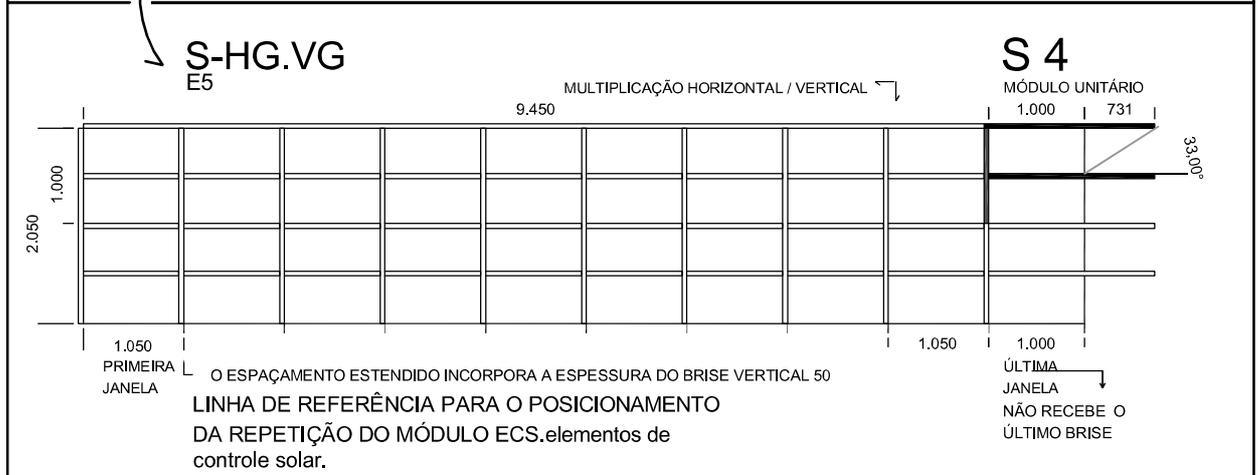
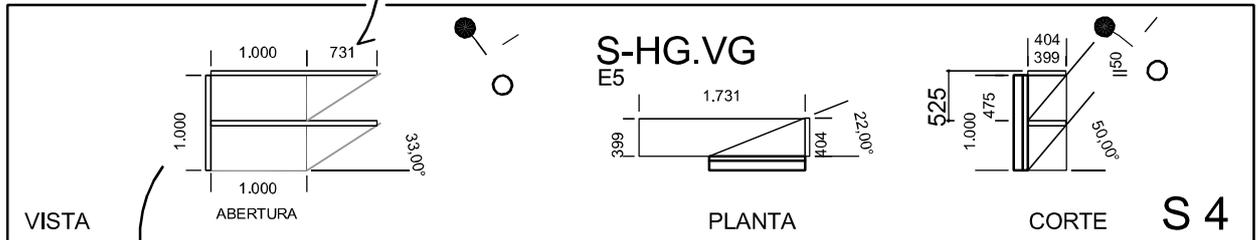
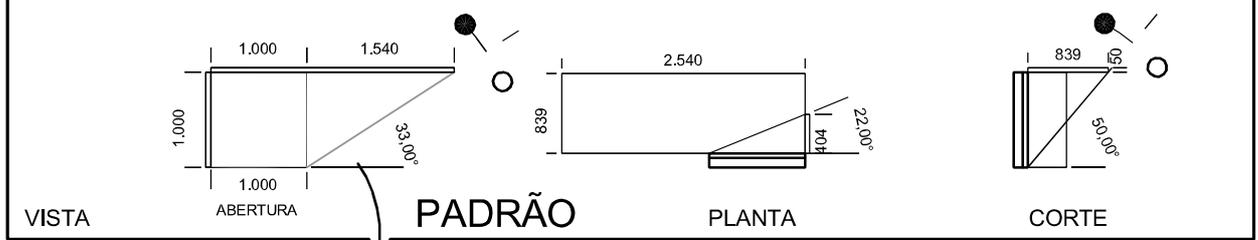
Este ângulo determina a profundidade da peça horizontal.

O ângulo Beta representa a posição relativa do sol a partir do Norte verdadeiro. Vê-se na PLANTA.

Os ângulos Gama são ângulos que vão limitar o sombreamento das peças horizontais e verticais, quando estas tiverem dimensões finitas.

O ângulo gama encontra-se na VISTA frontal da abertura.



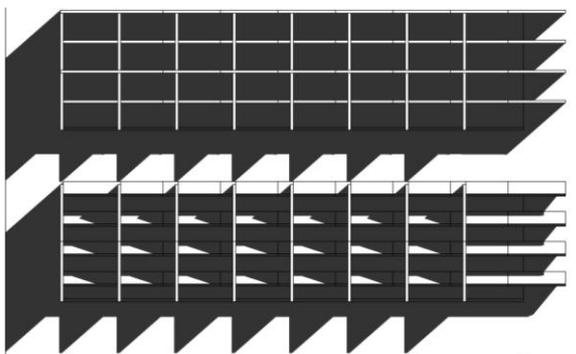


TEXTURA DOS ELEMENTOS DE PROTEÇÃO SOLAR EM FACHADAS.
 Variação da quantidade dos elementos horizontais e verticais.
 Elementos horizontais apresentam padrões ortogonais e inclinados.
 Composição das texturas pela repetição da modulação.

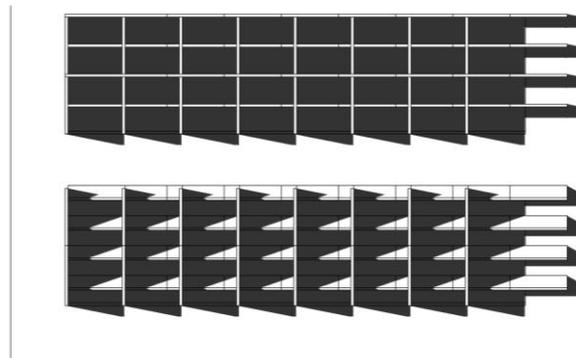


SUL – Elementos de Controle Solar – 2

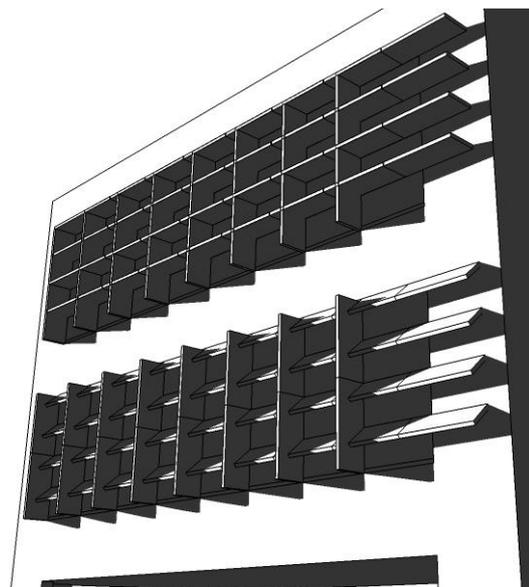
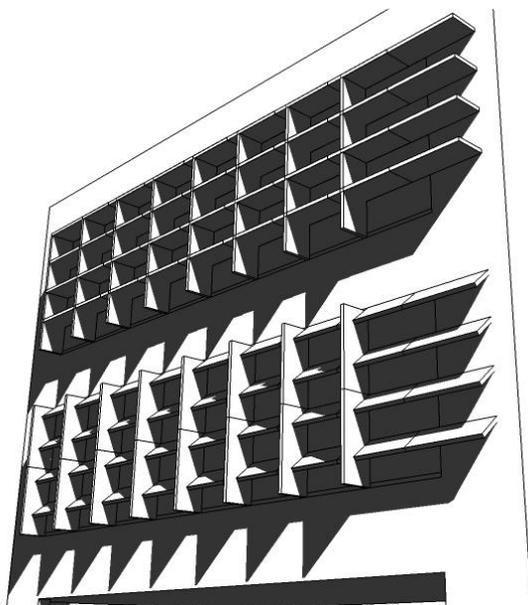
SUL	5	VG	S4
E	HG	HG.VG-HGi.VG	S4i



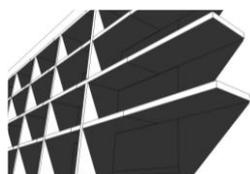
21 **DEZ** 9h FACHADAS



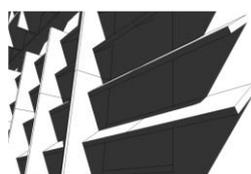
21 **DEZ** 18h



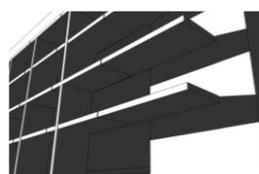
PERSPECTIVAS



SUPERIOR



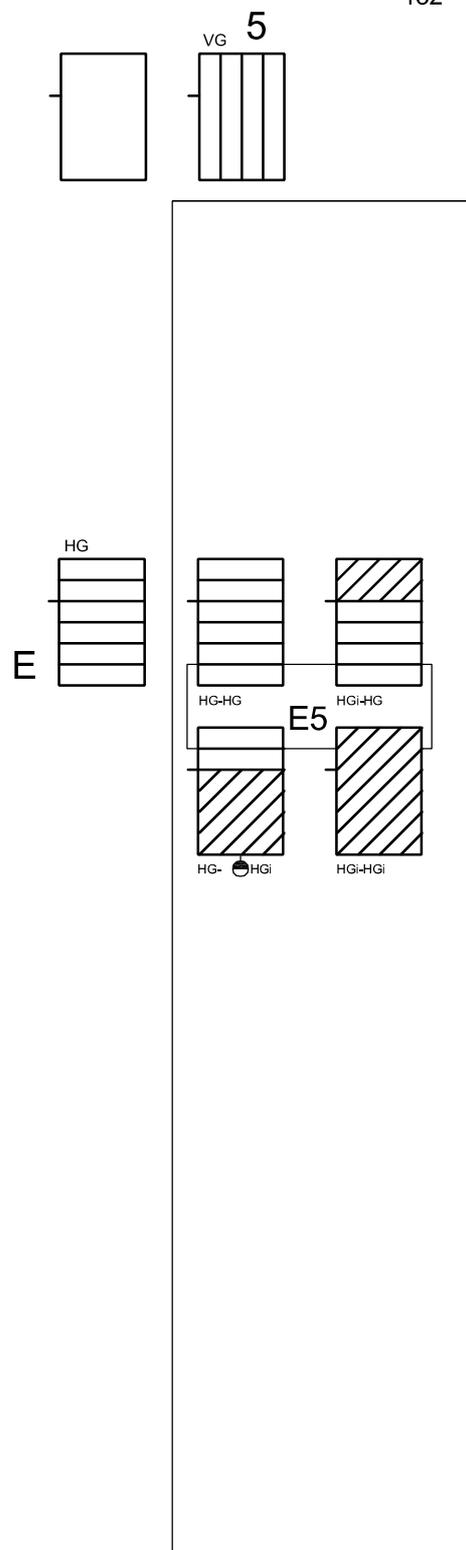
INFERIOR



SUPERIOR



INFERIOR



MATRIZ DAS TEXTURAS DE PROTEÇÃO SOLAR EM FACHADAS.

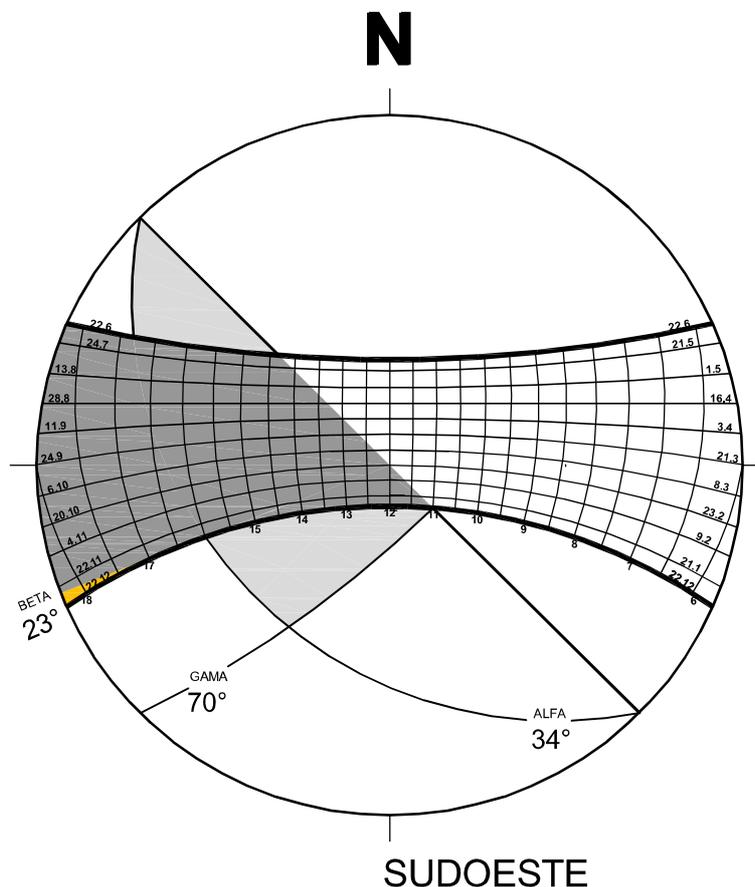
A matriz apresenta padrões de texturas resultantes do menor ou maior afastamento entre as peças horizontais e verticais, e profundidade diretamente proporcionais. Um menor afastamento gera uma trama fina - F -, uma maior profundidade uma trama graúda - G -.

Os elementos formados pelo cruzamento da linha horizontal e coluna vertical atendem à proteção para esta fachada, representados na matriz pela indicação alfa-numérica.

A partir da célula da matriz ortogonal, obtém-se mais 3 - três - componentes pela combinação da inclinação - i - das peças horizontais nas seções superior e inferior.

Os componentes marcados com o símbolo da orientação serão representados graficamente.

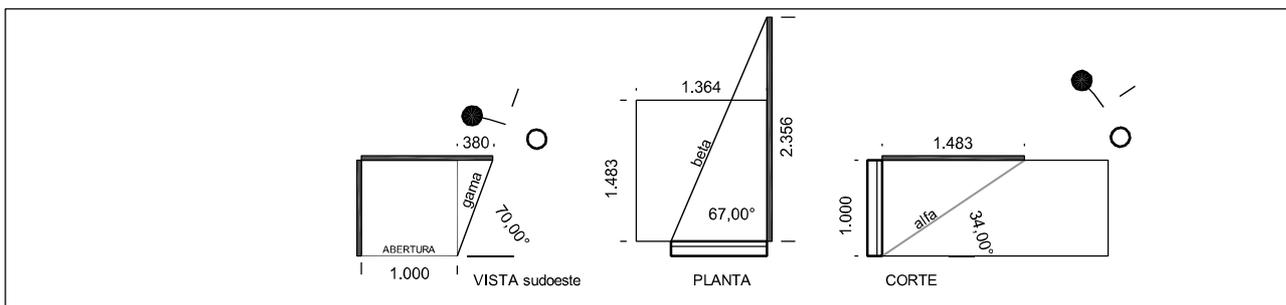




A área hachurada em laranja indica o período de insolação.

A área cinza clara indica a máscara de sombra da peça. A cor cinza escura, a sombra efetiva.

As curvas no sentido horizontal indicam os dias do ano. As curvas no sentido vertical, as horas.



Para a orientação Sudoeste, foi definido uma proteção praticamente total no período da tarde.

A proteção ocorre plenamente até às 17h no solstício de verão.

Esta estratégia de proteção evita as temperaturas mais elevadas principalmente no período da tarde, onde o nível elevado de radiação deve ser evitado.

A carta solar apresenta a máscara de sombra do componente solar e sua proteção efetiva.

O ângulo Alfa representa a altura solar. Pode ser encontrado no CORTE.

Este ângulo determina a profundidade da peça horizontal.

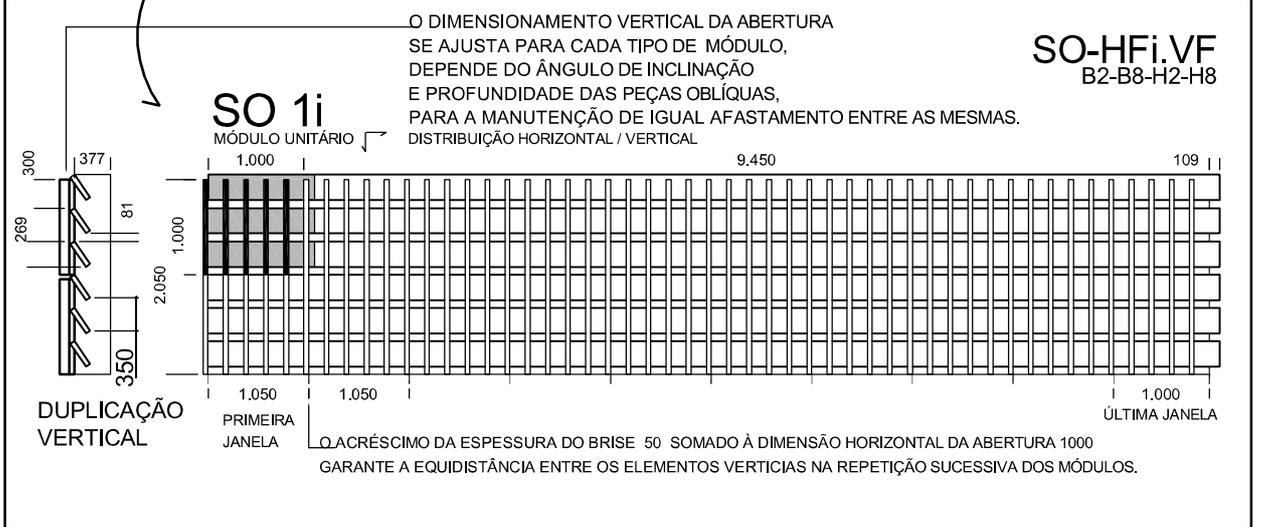
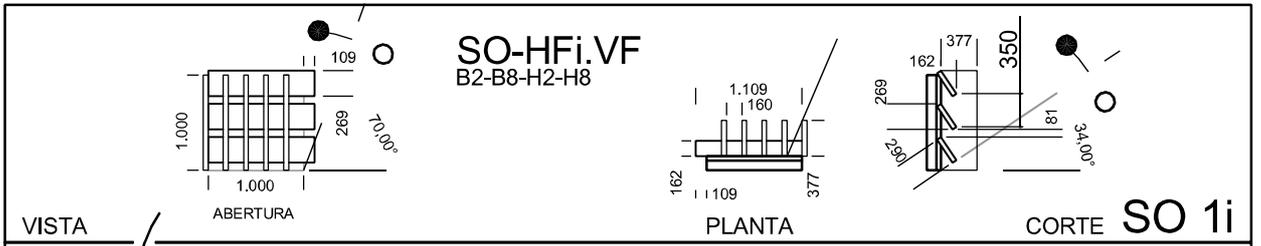
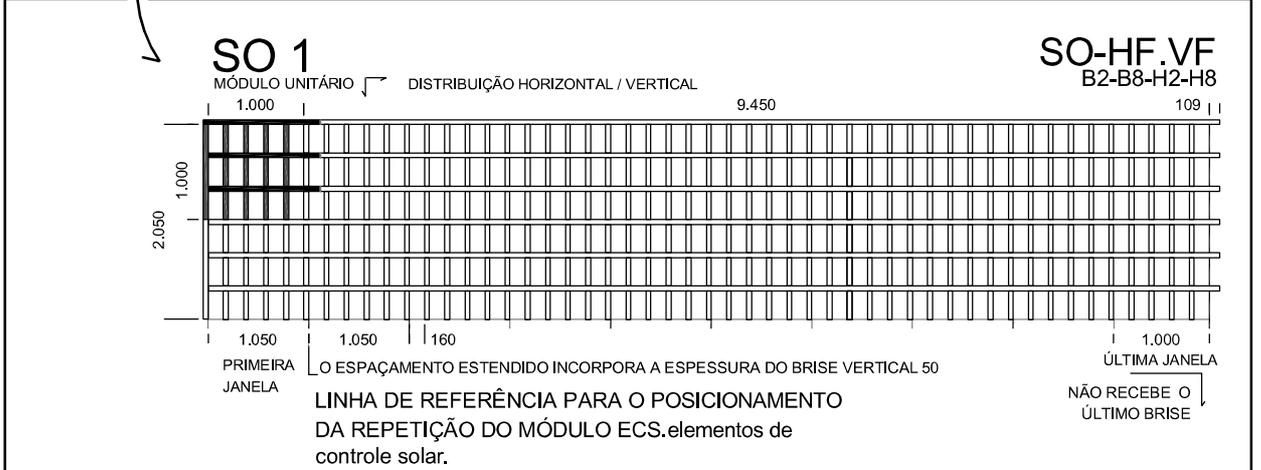
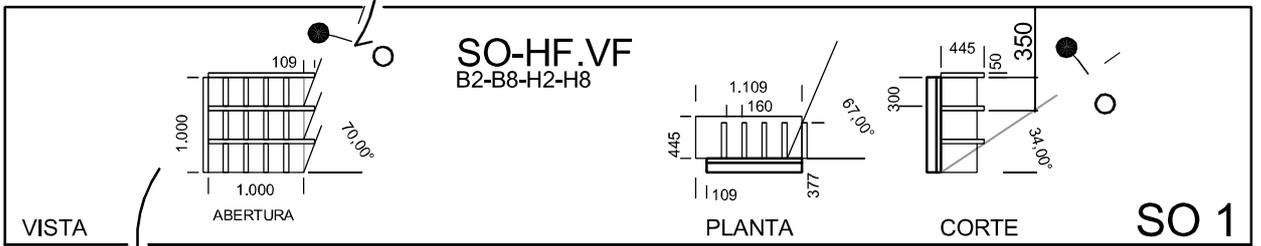
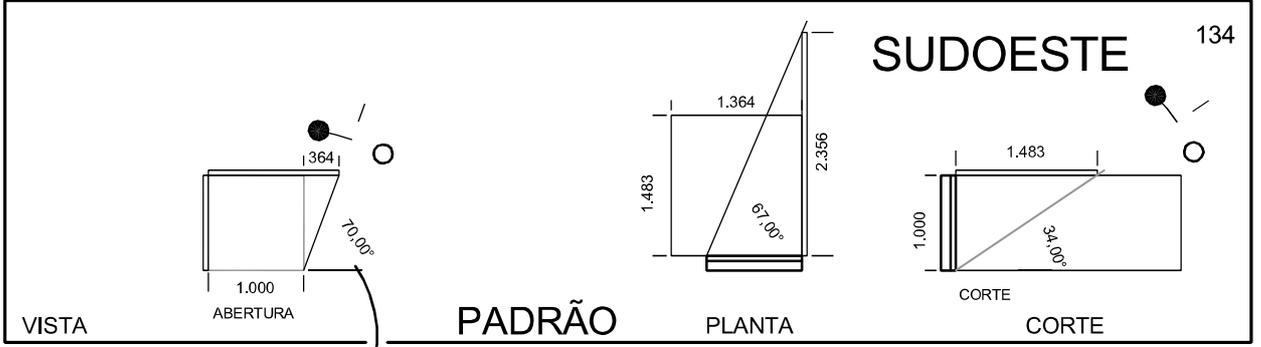
O ângulo Beta representa a posição relativa do sol a partir do Norte verdadeiro. Vê-se na PLANTA.

Os ângulos Gama são ângulos que vão limitar o sombreamento das peças horizontais e verticais, quando estas tiverem dimensões finitas.

O ângulo gama encontra-se na VISTA frontal da abertura.

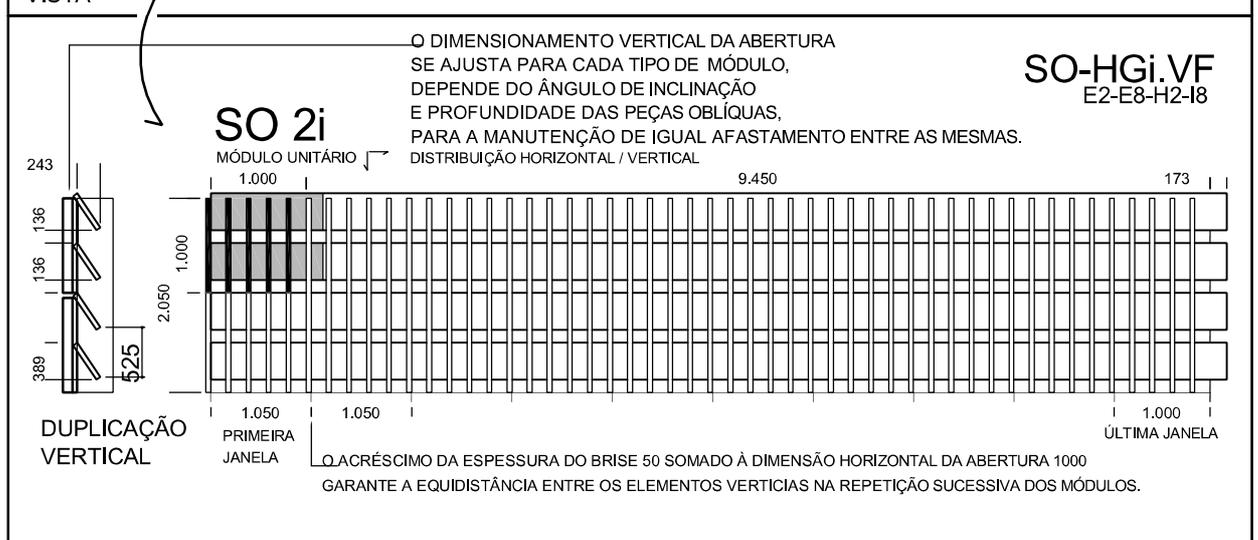
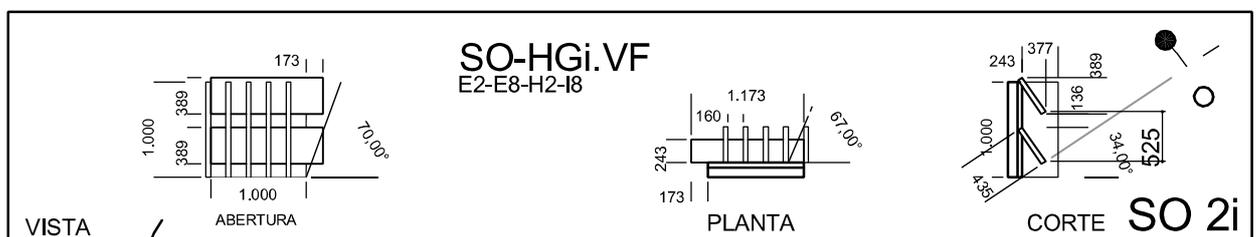
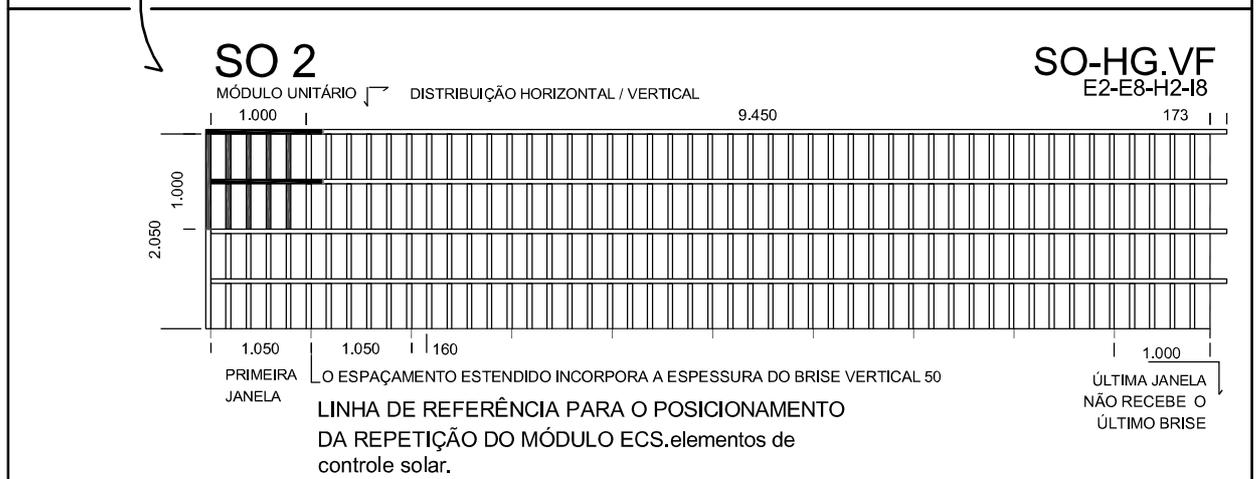
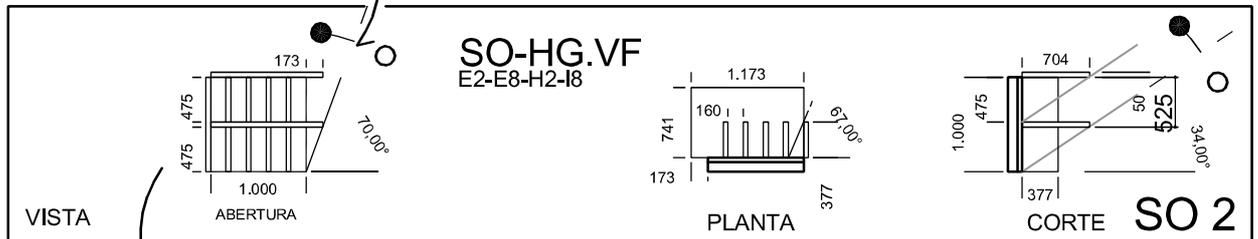
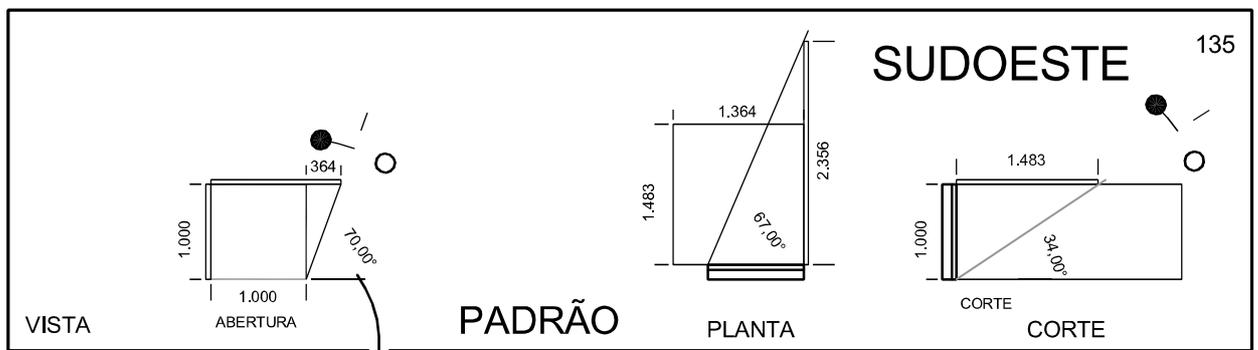


SUDOESTE



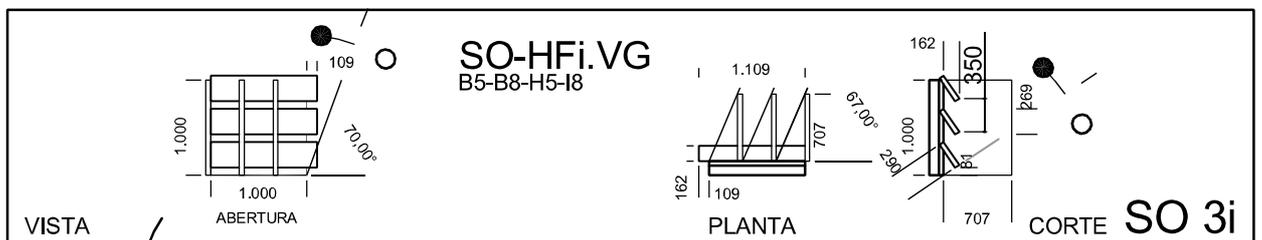
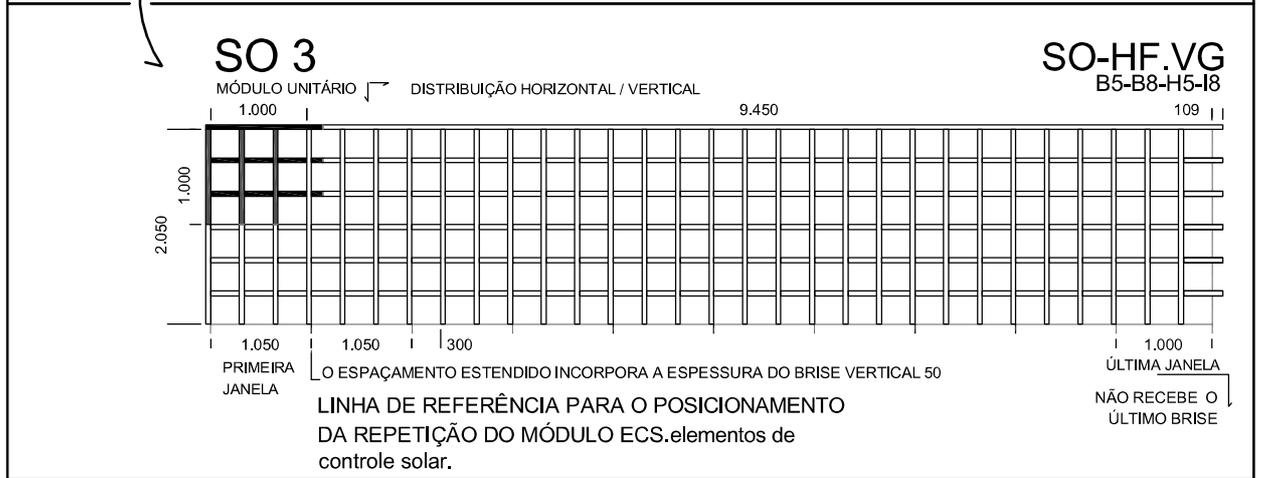
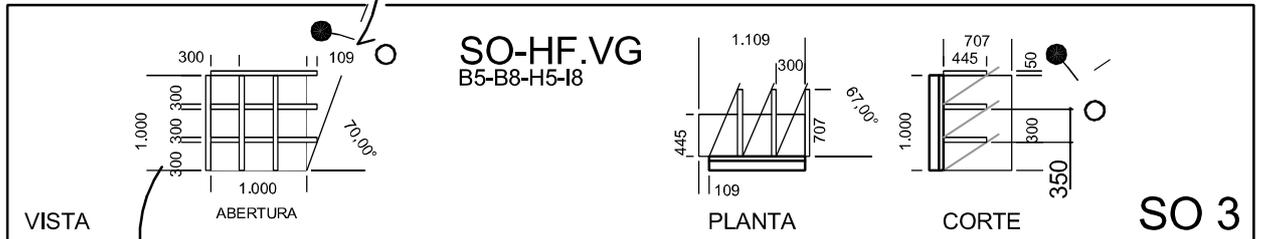
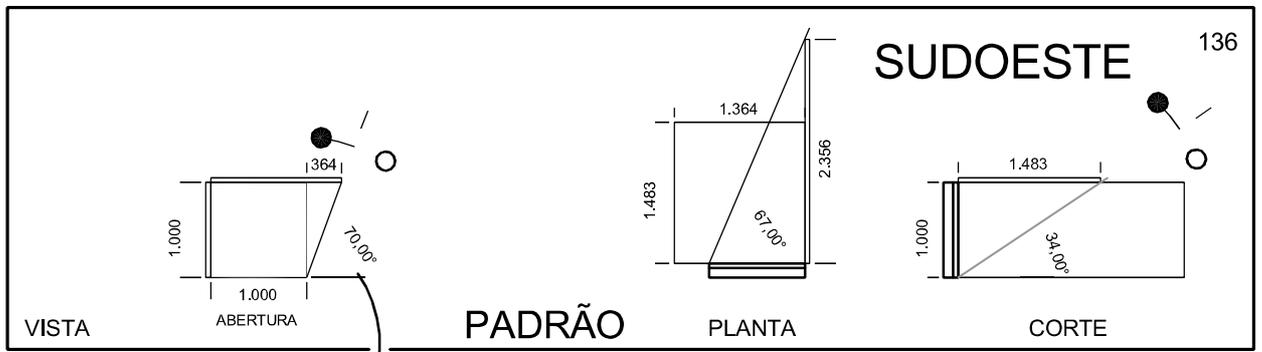
TEXTURA DOS ELEMENTOS DE PROTEÇÃO SOLAR EM FACHADAS.
 Variação da quantidade dos elementos horizontais e verticais.
 Elementos horizontais apresentam padrões ortogonais e inclinados.
 Composição das texturas pela repetição da modulação.





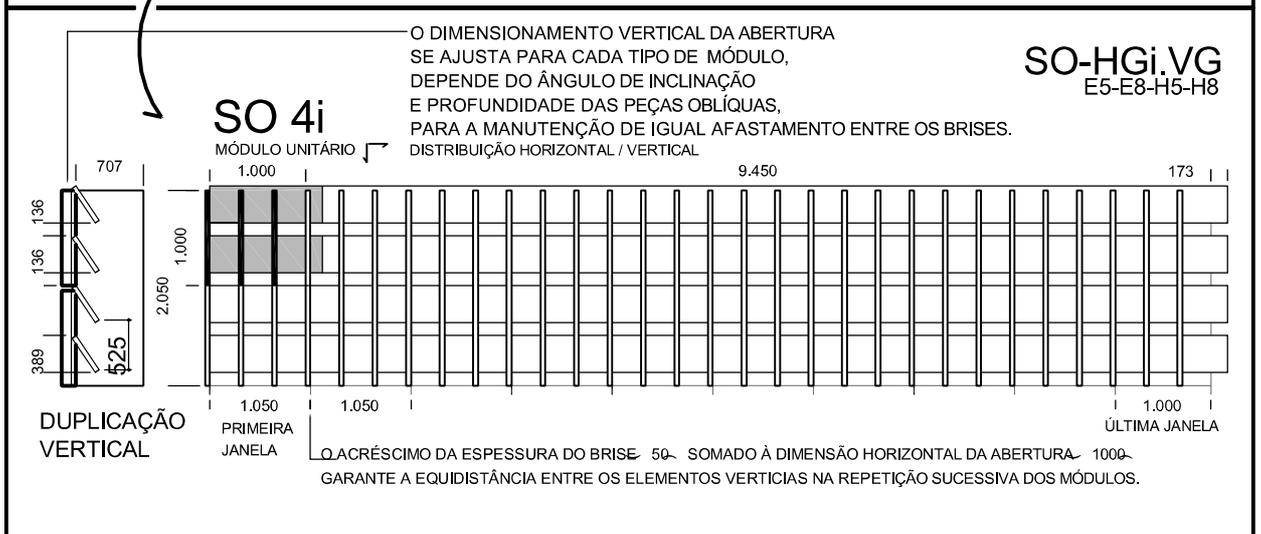
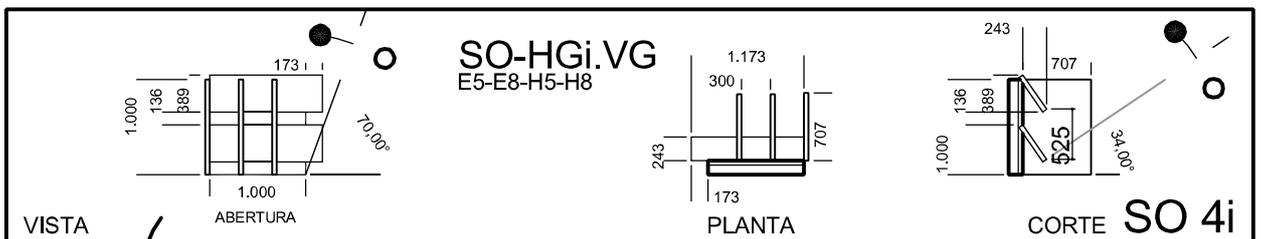
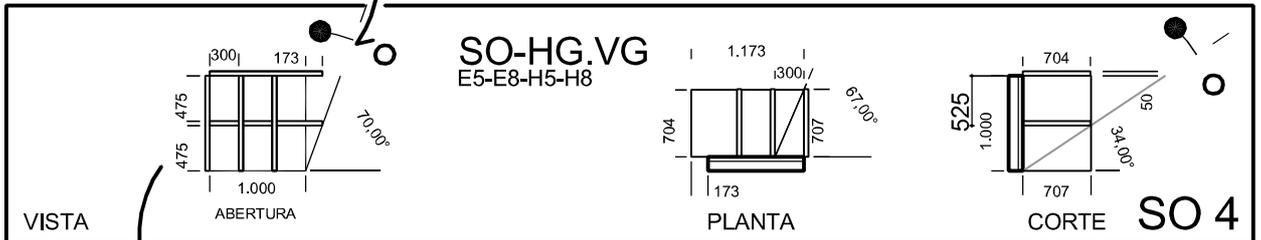
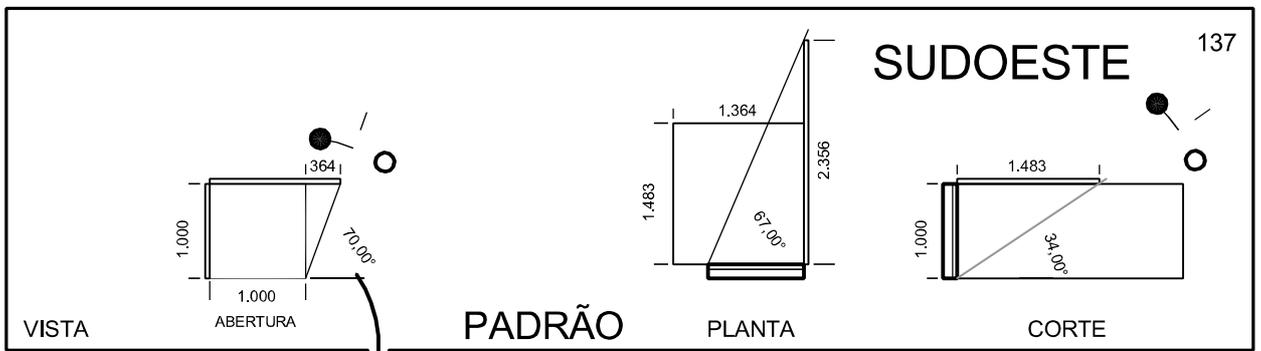
TEXTURA DOS ELEMENTOS DE PROTEÇÃO SOLAR EM FACHADAS.
 Variação da quantidade dos elementos horizontais e verticais.
 Elementos horizontais apresentam padrões ortogonais e inclinados.
 Composição das texturas pela repetição da modulação.





TEXTURA DOS ELEMENTOS DE PROTEÇÃO SOLAR EM FACHADAS.
 Variação da quantidade dos elementos horizontais e verticais.
 Elementos horizontais apresentam padrões ortogonais e inclinados.
 Composição das texturas pela repetição da modulação.



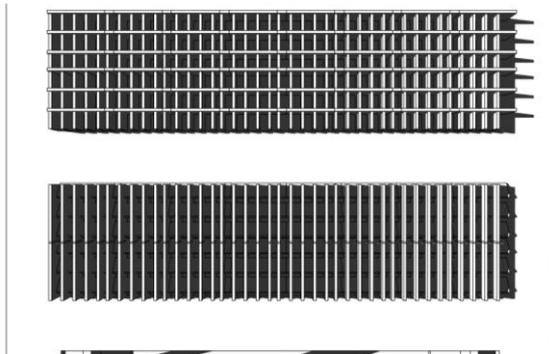


TEXTURA DOS ELEMENTOS DE PROTEÇÃO SOLAR EM FACHADAS.
 Variação da quantidade dos elementos horizontais e verticais.
 Elementos horizontais apresentam padrões ortogonais e inclinados.
 Composição das texturas pela repetição da modulação.



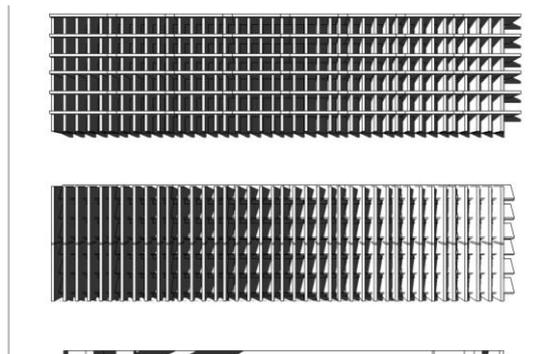
SUDOESTE – Elementos de Controle Solar – 2

SUDOESTE	2	VF	SO1
B	HF	HF.VF-HFi.VF	SO1i

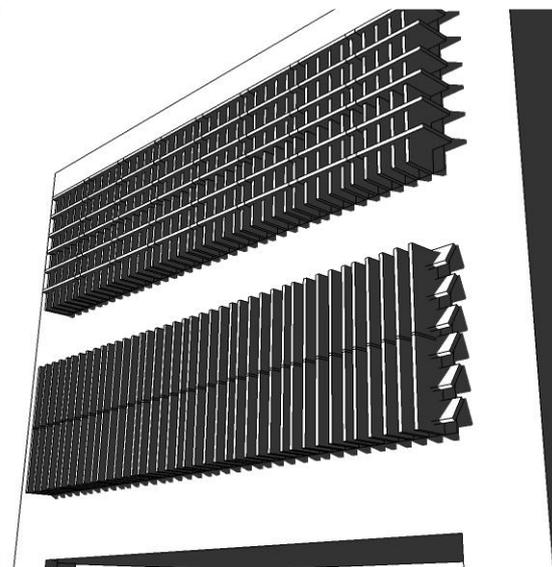
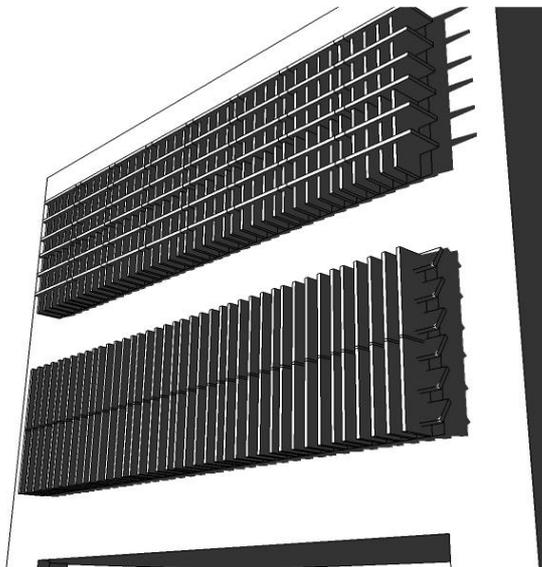


21 MAR/SET 18h

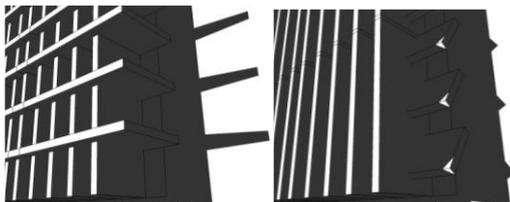
FACHADAS



21 DEZ 18h

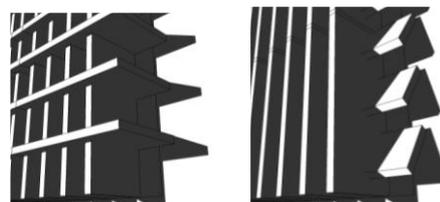


PERSPECTIVAS



SUPERIOR

INFERIOR

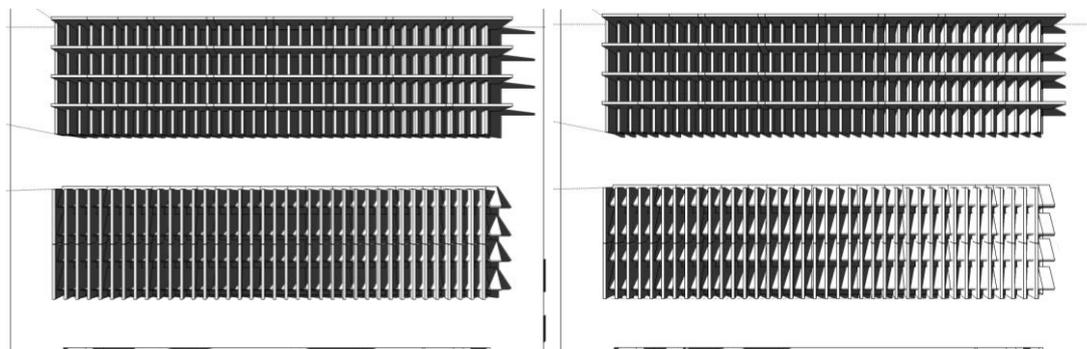


SUPERIOR

INFERIOR

SUDOESTE – Elementos de Controle Solar – 17

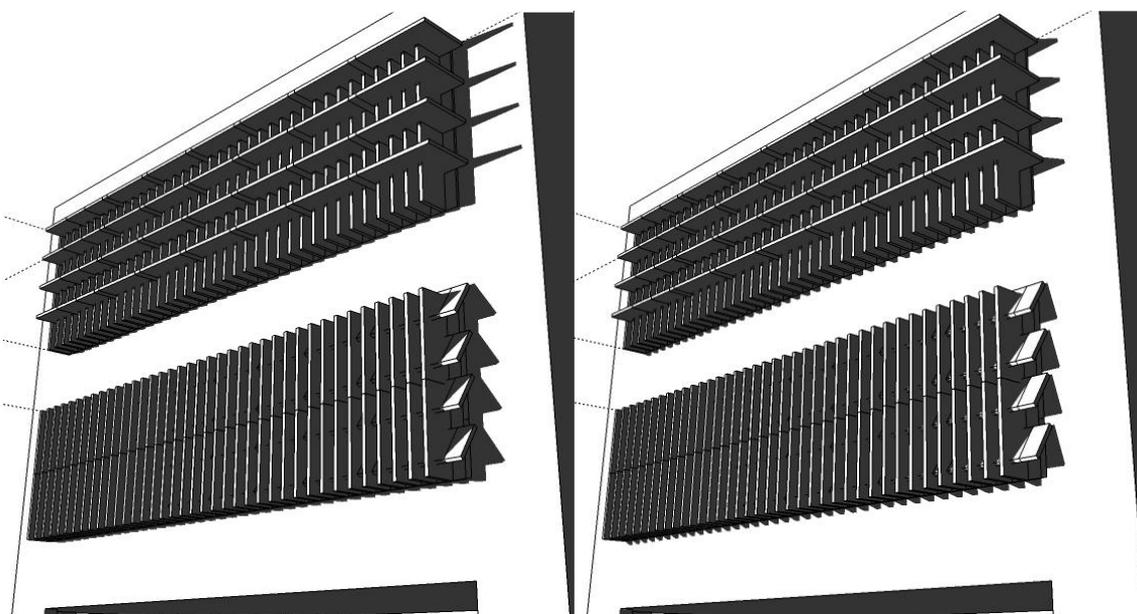
SUDOESTE	2	VF	SO2
E	HG	HG.VF-HGi.VF	SO2i



21 MAR/SET 18h

FACHADAS

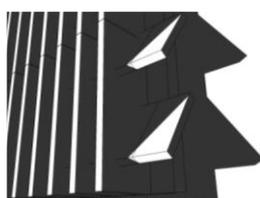
21 DEZ 18h



PERSPECTIVAS



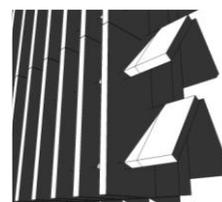
SUPERIOR



INFERIOR



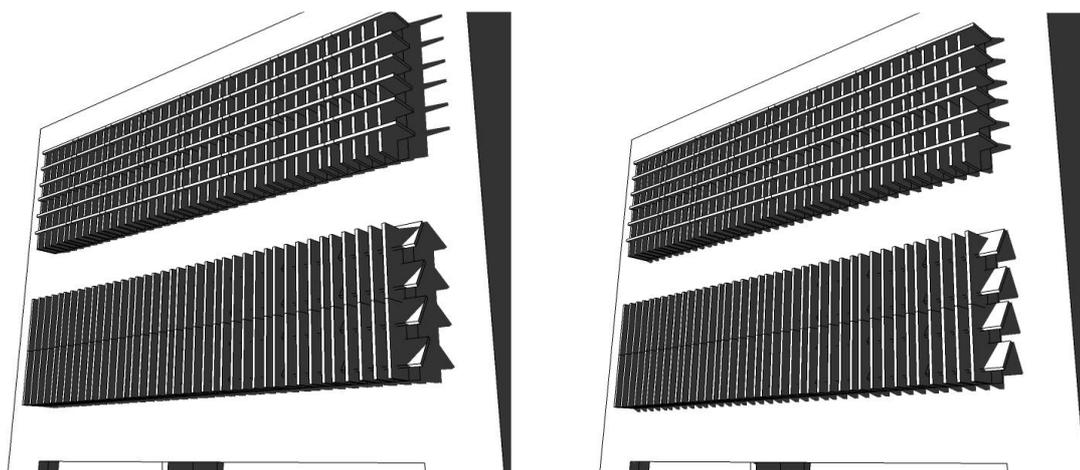
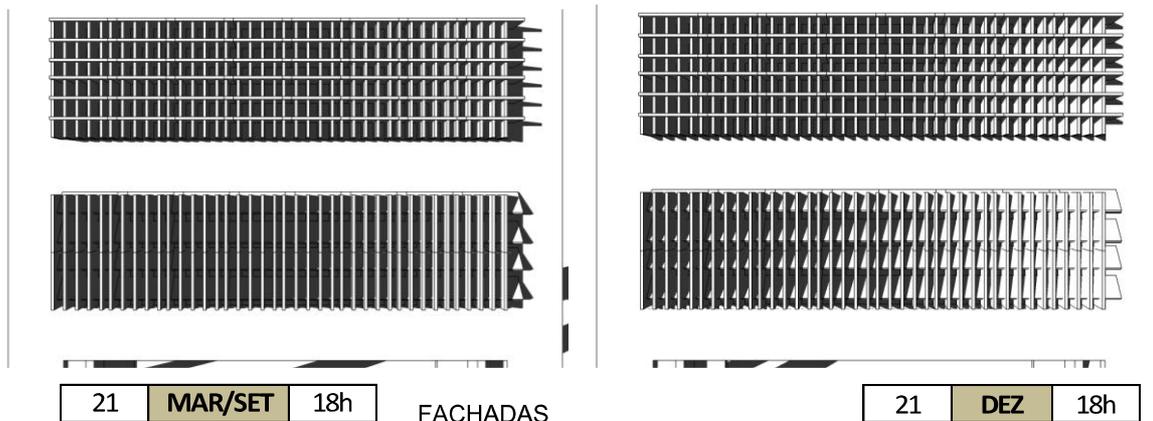
SUPERIOR



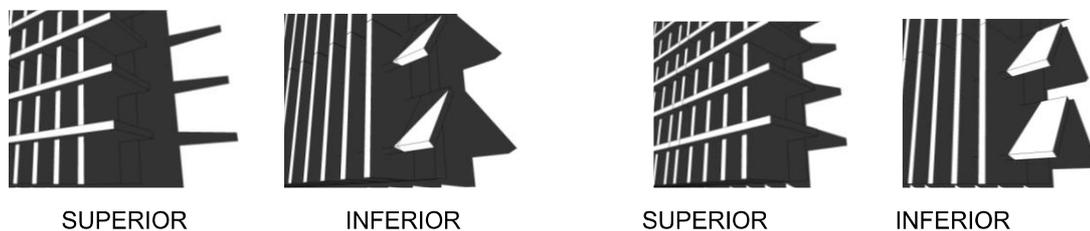
INFERIOR

SUDOESTE – Elementos de Controle Solar – 4

SUDOESTE	2	VF	SO1
H	HFG	HF.VF-HGi.VF	SO2i



PERSPECTIVAS



SUPERIOR

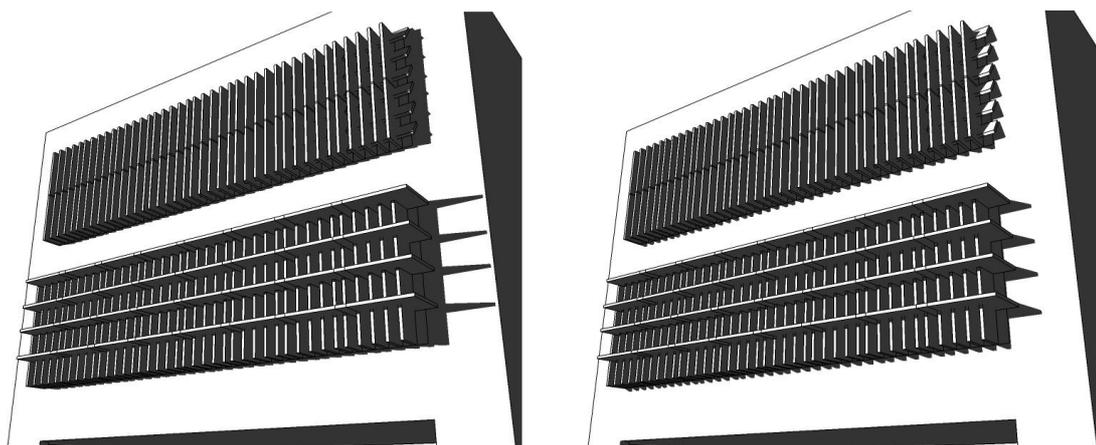
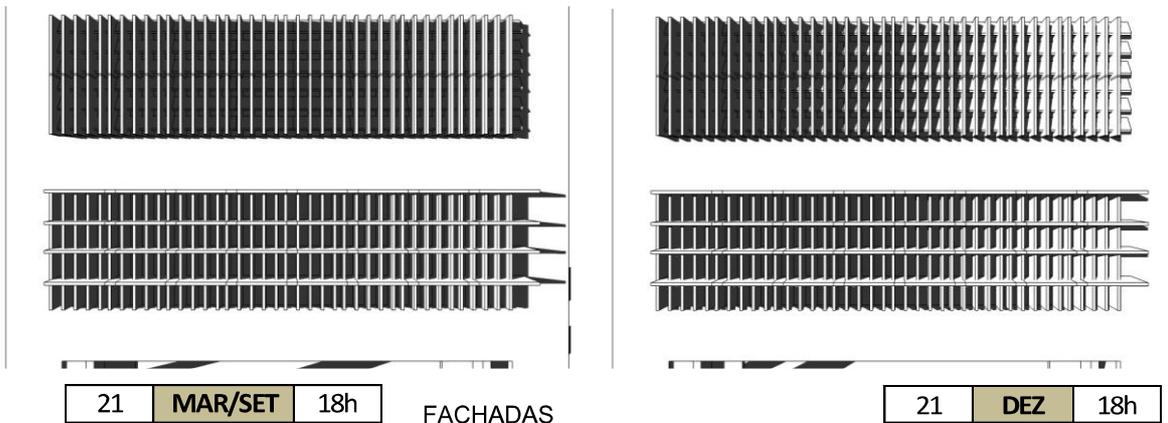
INFERIOR

SUPERIOR

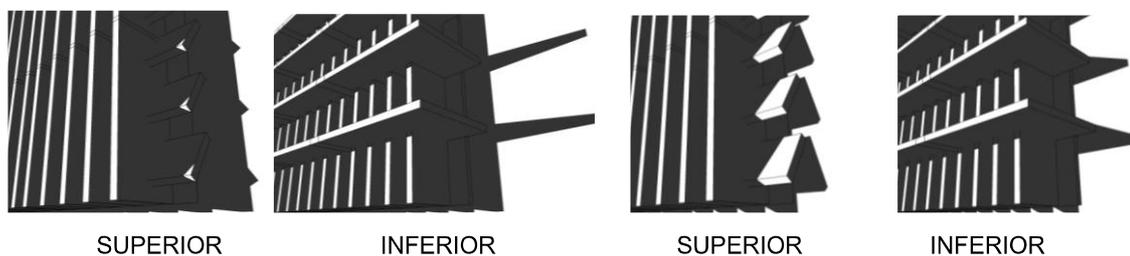
INFERIOR

SUDOESTE – Elementos de Controle Solar – 10

SUDOESTE	2	VF	SO1i
H	HFG	HFi.VF-HG.VF	SO2

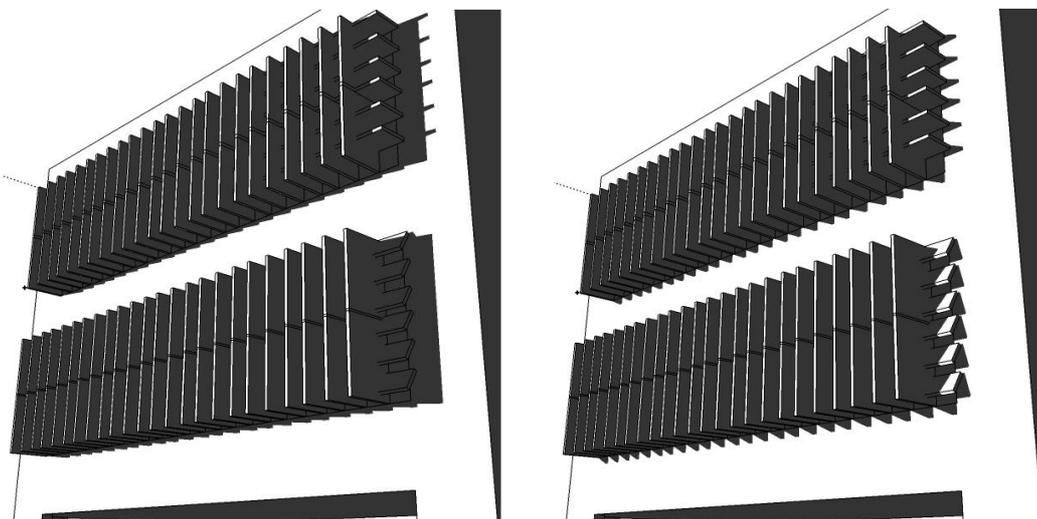
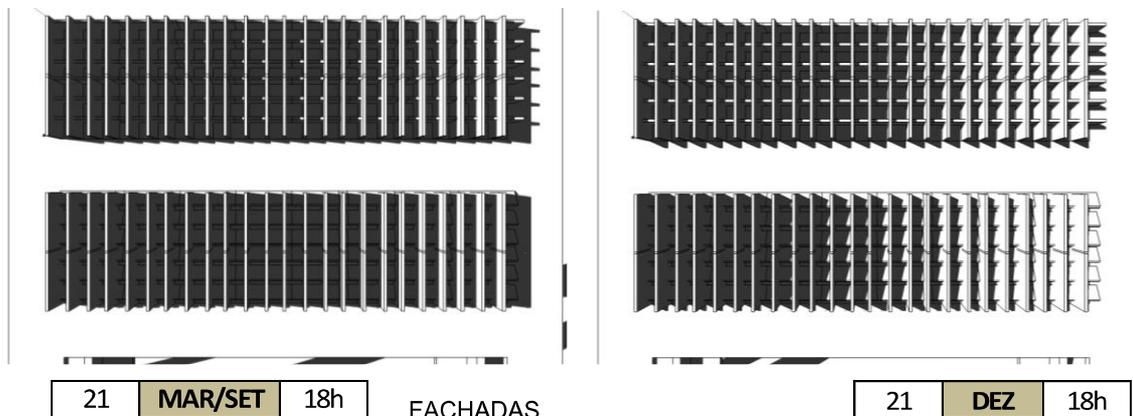


PERSPECTIVAS

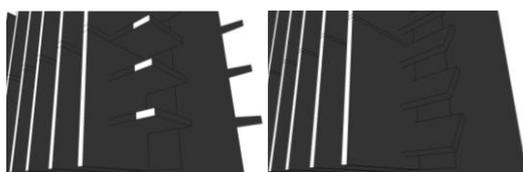


SUDOESTE – Elementos de Controle Solar – 28

SUDOESTE	5	VG	SO3
B	HF	HF.VG-HFi.VG	SO3i

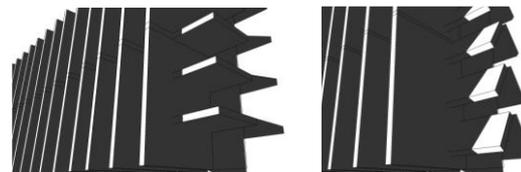


PERSPECTIVAS



SUPERIOR

INFERIOR

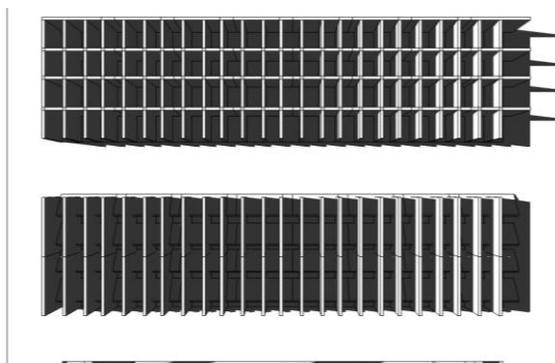


SUPERIOR

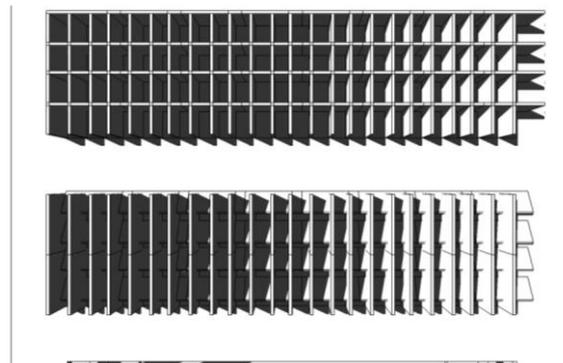
INFERIOR

SUDOESTE – Elementos de Controle Solar – 35

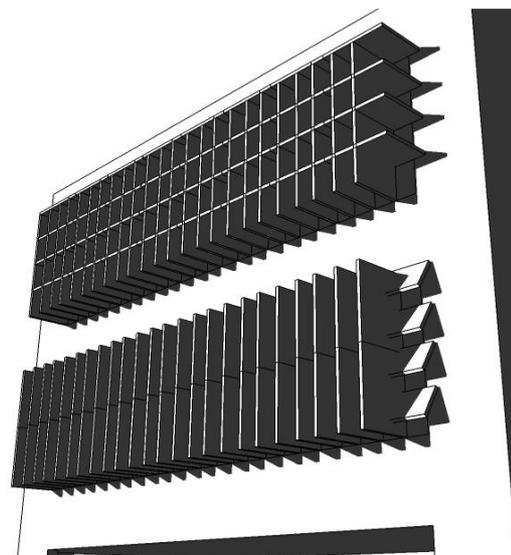
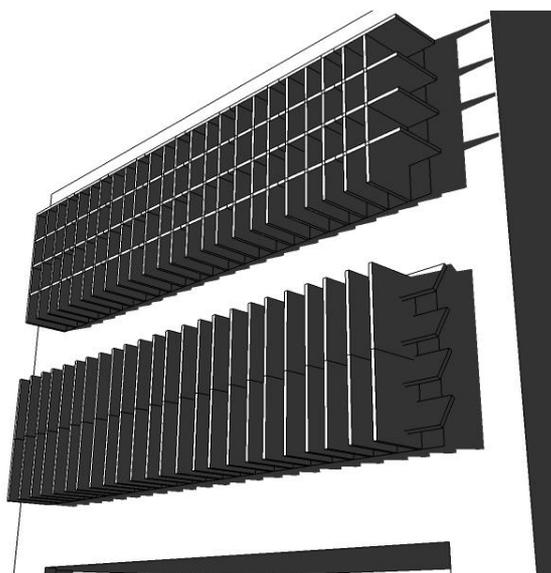
SUDOESTE	5	VG	SO4
E	HG	HG.VG-HGi.VG	SO4i



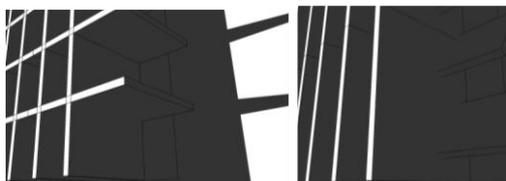
21 MAR/SET 18h FACHADAS



21 DEZ 18h

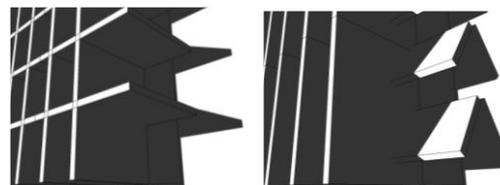


PERSPECTIVAS



SUPERIOR

INFERIOR

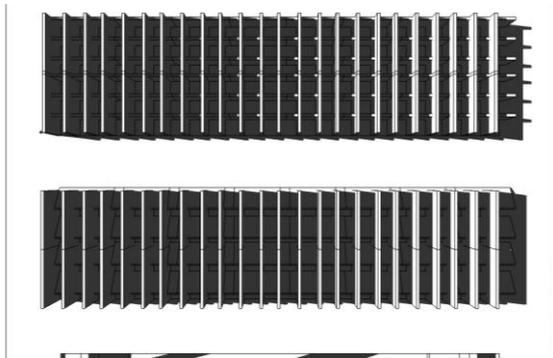


SUPERIOR

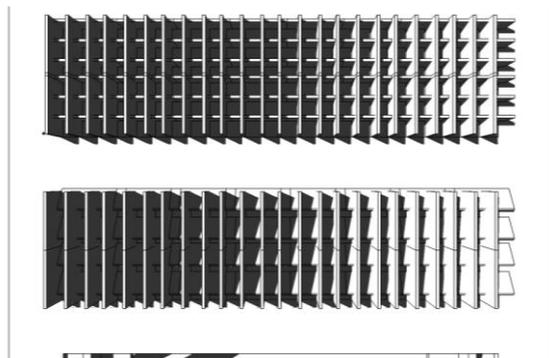
INFERIOR

SUDOESTE – Elementos de Controle Solar – 30

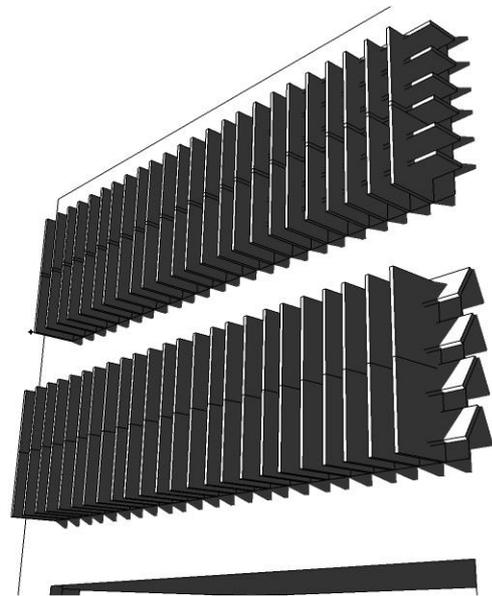
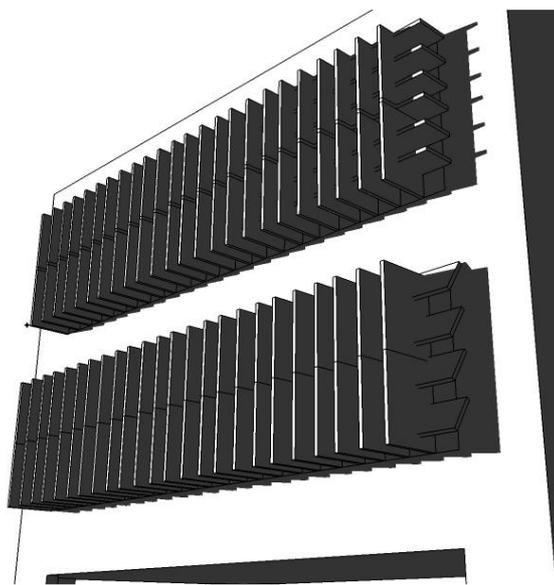
SUDOESTE	5	VF	SO3
H	HFG	HF.VG-HGi.VG	SO4i



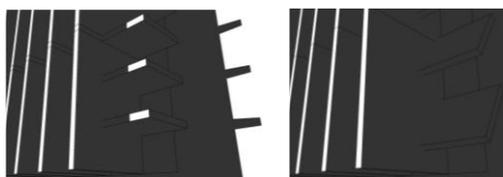
21 MAR/SET 18h FACHADAS



21 DEZ 18h

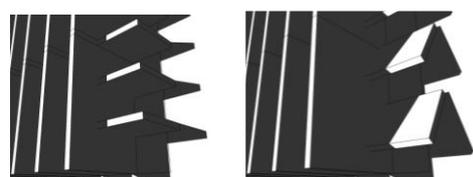


PERSPECTIVAS



SUPERIOR

INFERIOR

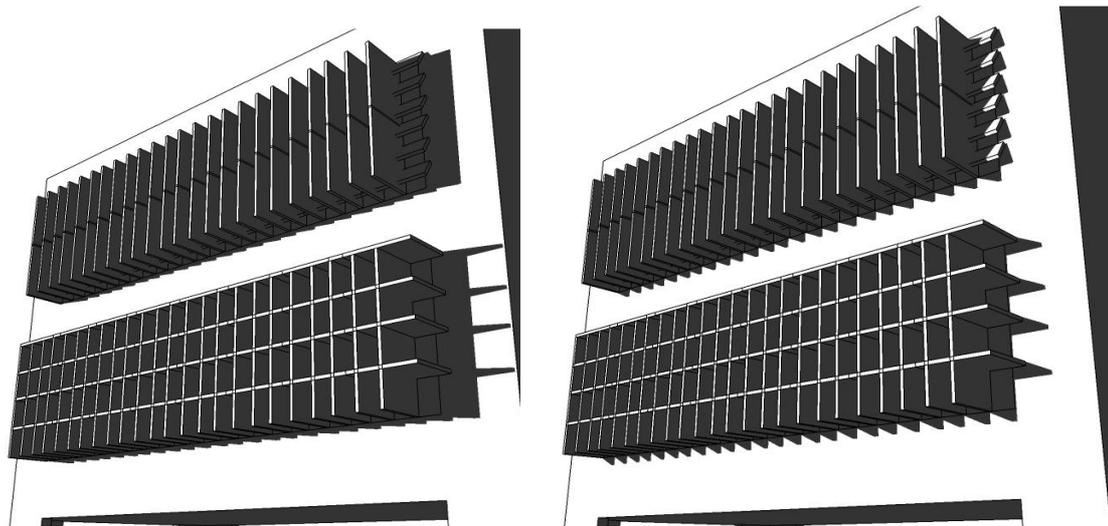
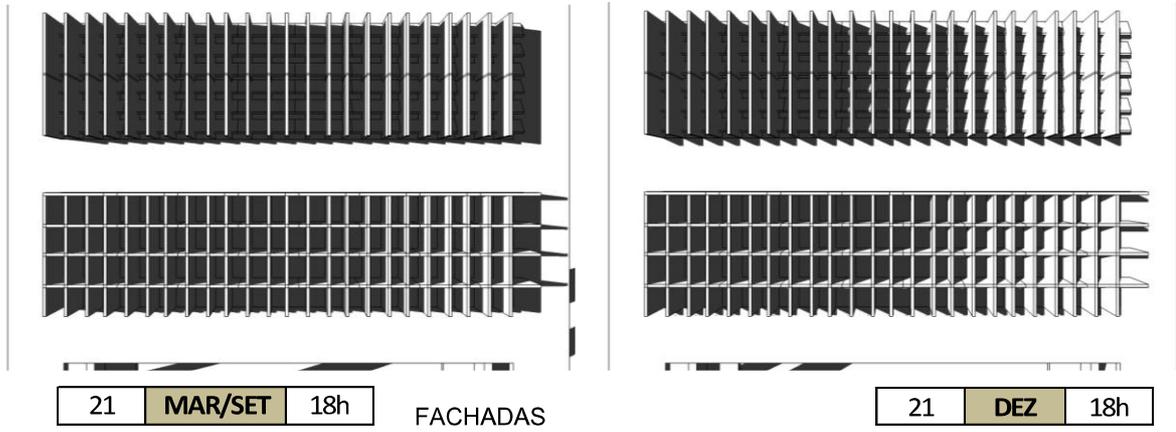


SUPERIOR

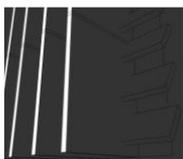
INFERIOR

SUDOESTE – Elementos de Controle Solar – 32

SUDOESTE	5	VF	SO3i
H	HFG	HFi.VG-HG.VG	SO4



PERSPECTIVAS



SUPERIOR



INFERIOR



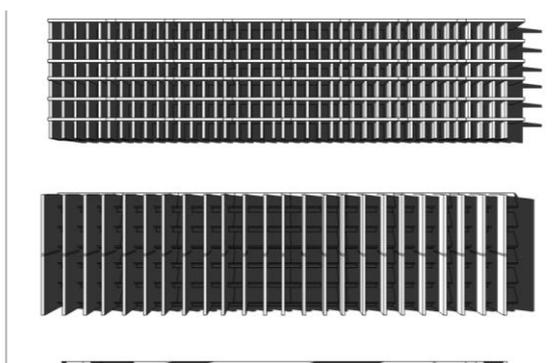
SUPERIOR



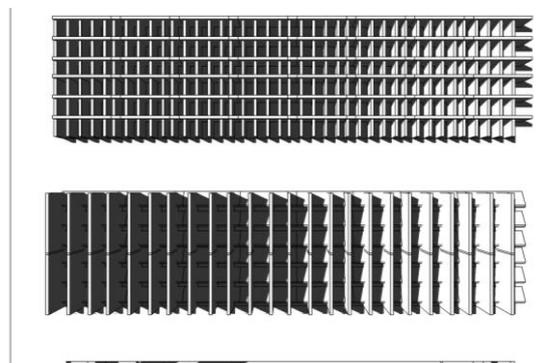
INFERIOR

SUDOESTE – Elementos de Controle Solar – 6

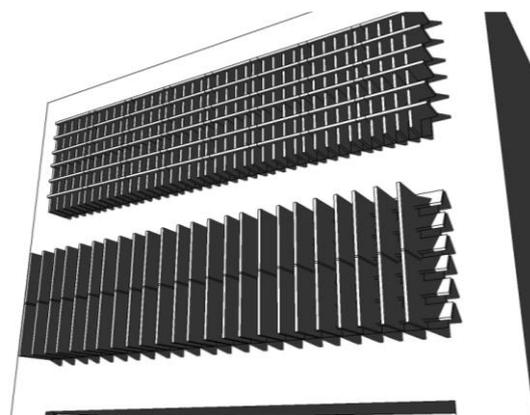
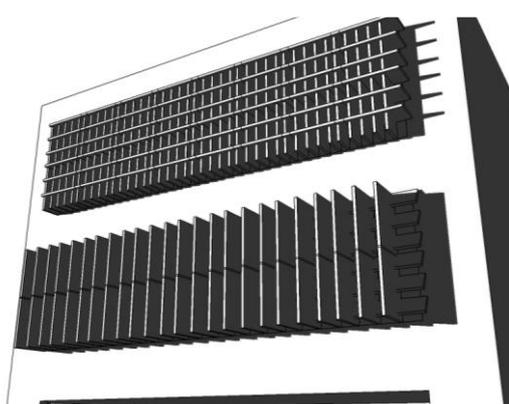
SUDOESTE	8	VFG	SO1
B	HF	HF.VF-HFi.VG	SO3i



21 MAR/SET 18h FACHADAS



21 DEZ 18h



PERSPECTIVAS



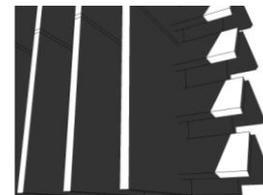
SUPERIOR



INFERIOR



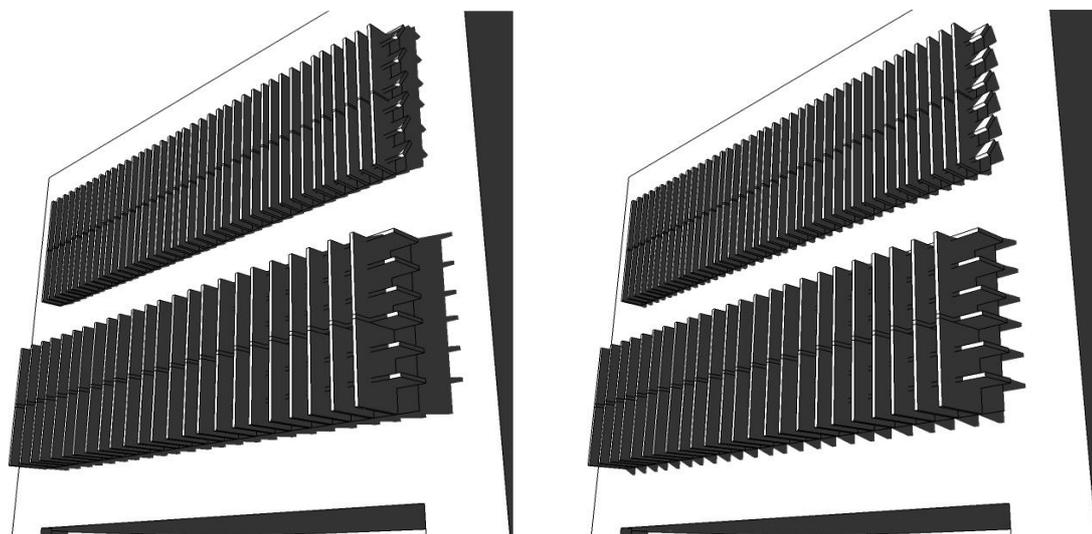
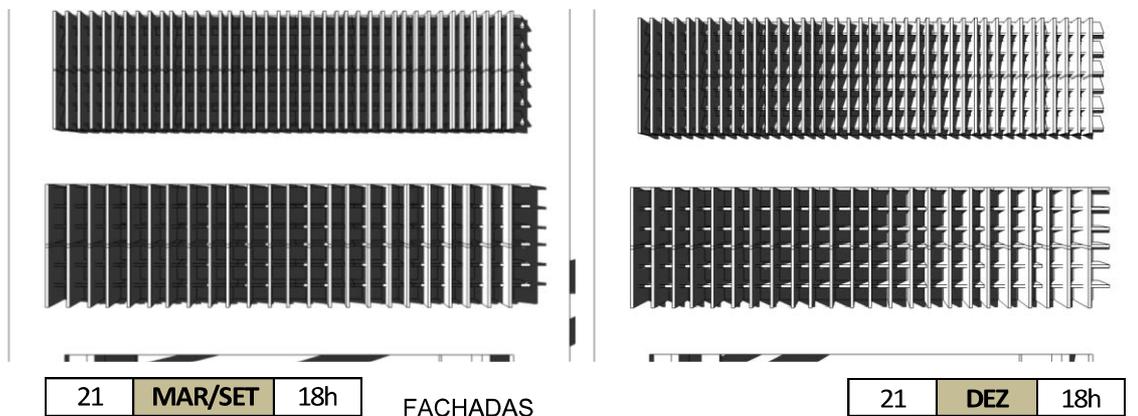
SUPERIOR



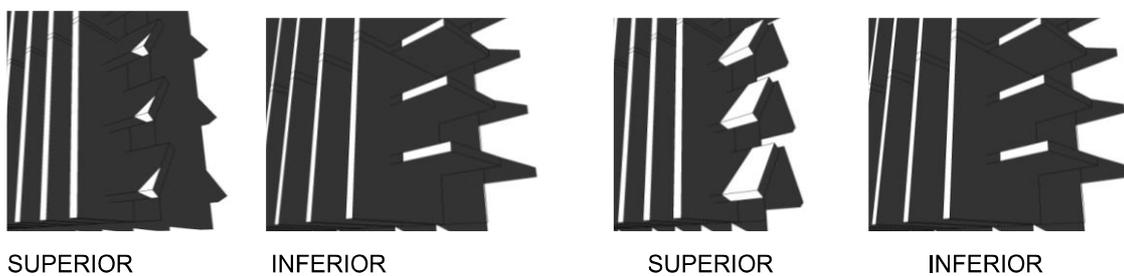
INFERIOR

SUDOESTE – Elementos de Controle Solar – 12

SUDOESTE	8	VFG	SO1i
B	HF	HFi.VF-HF.VG	SO3



PERSPECTIVAS



SUPERIOR

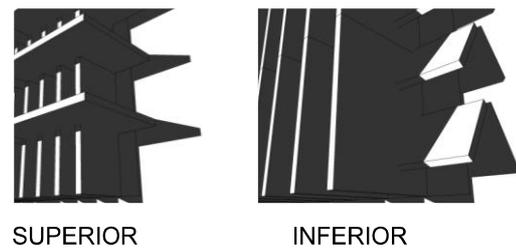
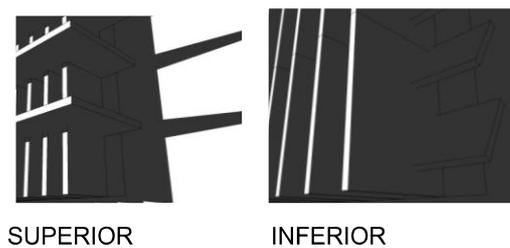
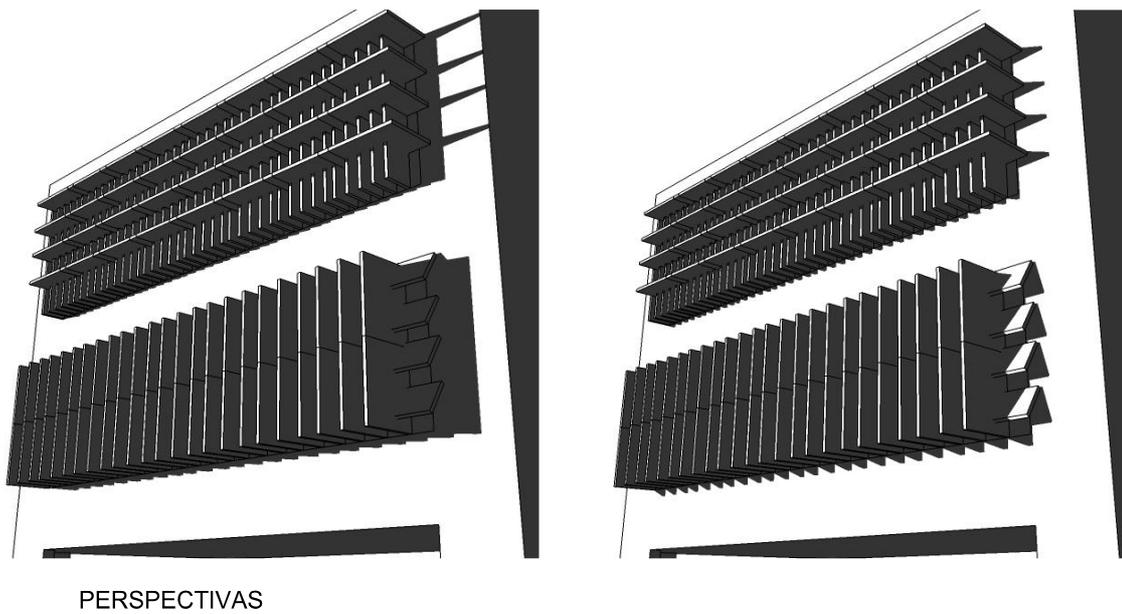
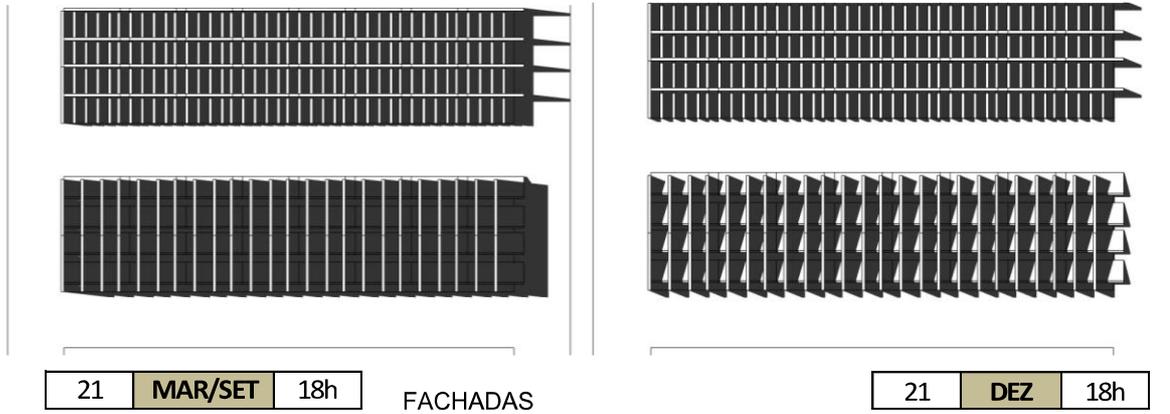
INFERIOR

SUPERIOR

INFERIOR

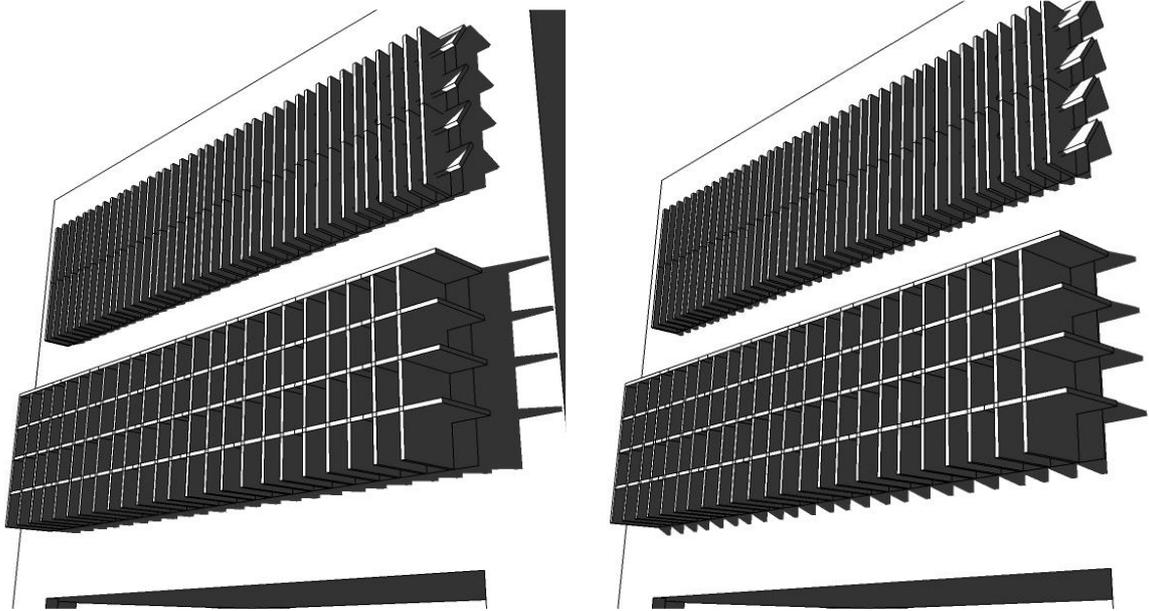
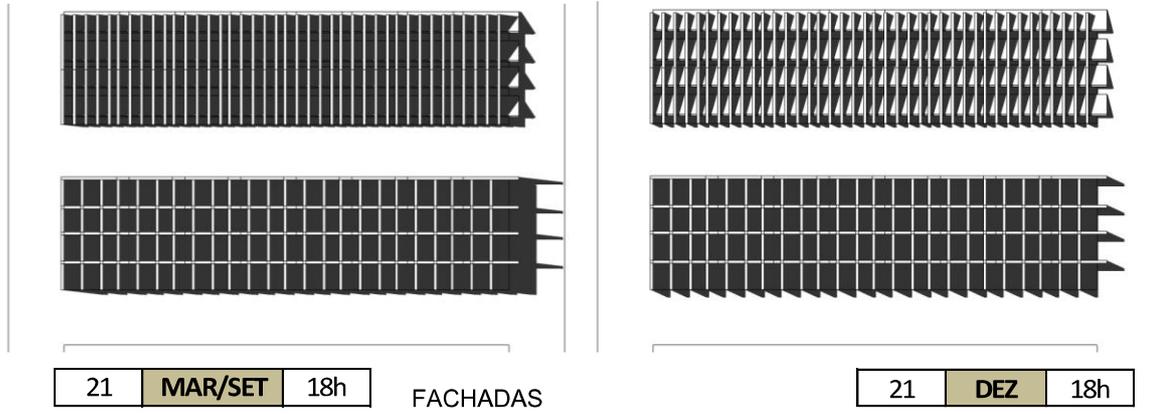
SUDOESTE – Elementos de Controle Solar – 21

SUDOESTE	8	VFG	SO2
E	HG	HG.VF-HGi.VG	SO4i

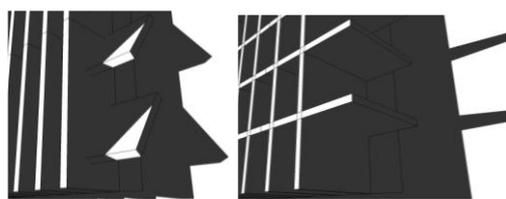


SUDOESTE – Elementos de Controle Solar – 25

SUDOESTE	8	VFG	SO2i
E	HG	HGi.VF-HG.VG	SO4



PERSPECTIVAS



SUPERIOR

INFERIOR

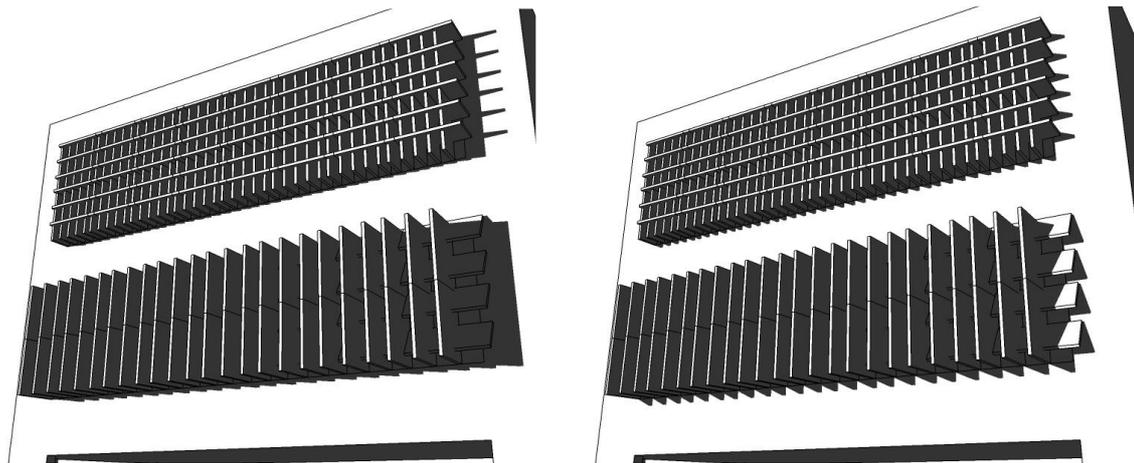
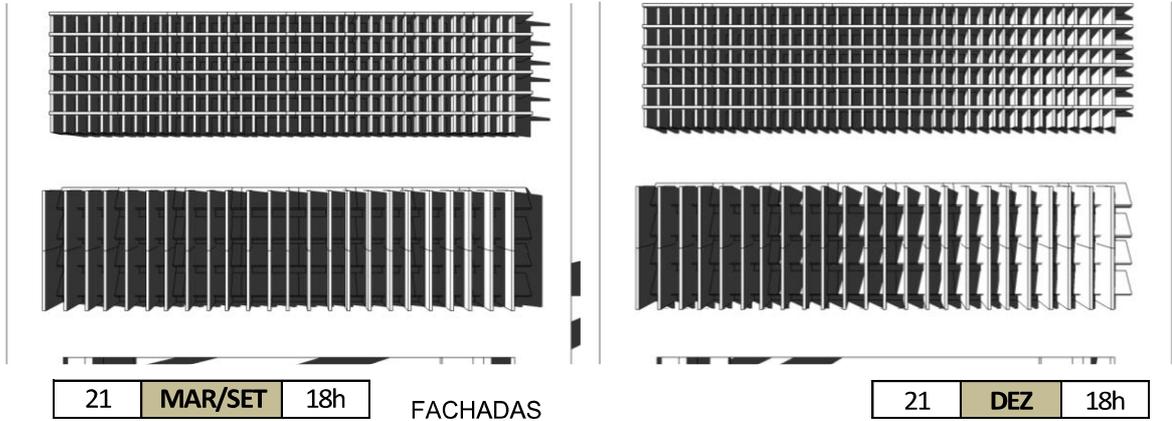


SUPERIOR

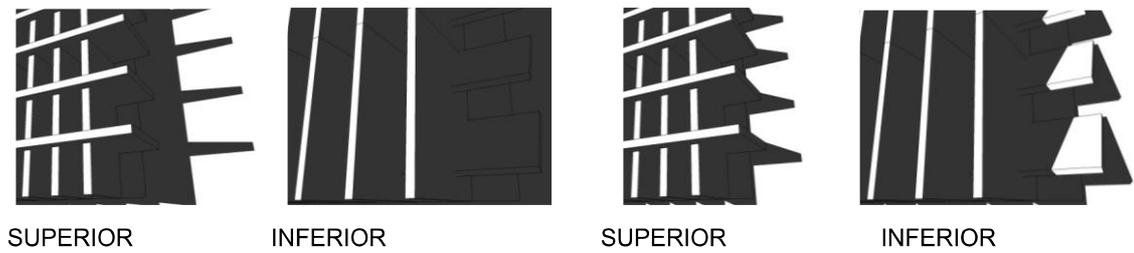
INFERIOR

SUDOESTE – Elementos de Controle Solar – 8

SUDOESTE	8	VFG	SO1
H	HFG	HF.VF-HGi.VG	SO4i



PERSPECTIVAS



SUPERIOR

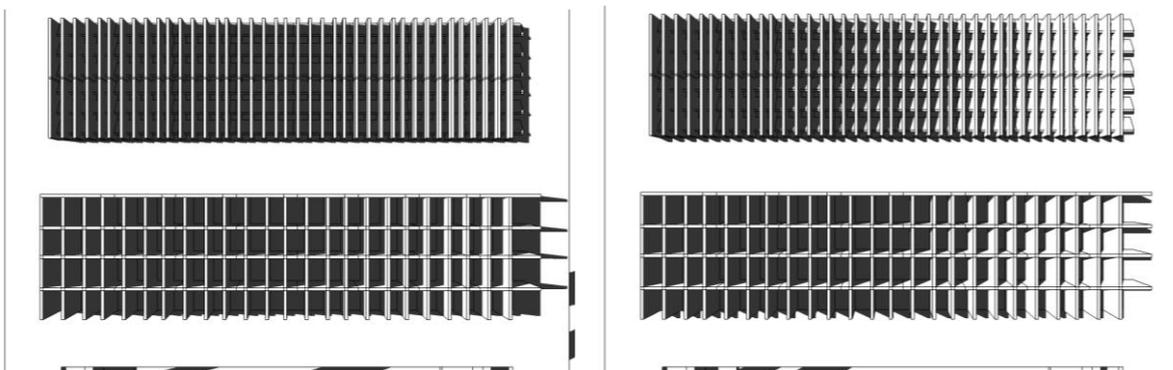
INFERIOR

SUPERIOR

INFERIOR

SUDOESTE – Elementos de Controle Solar – 14

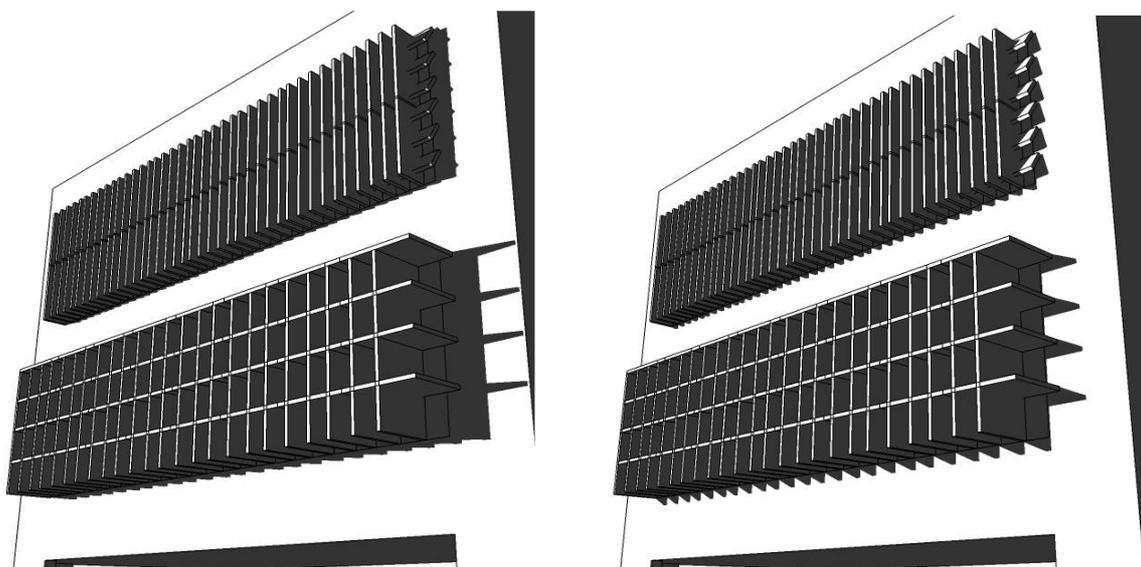
SUDOESTE	8	VFG	SO1i
H	HFG	HFi.VF-HG.VG	SO4



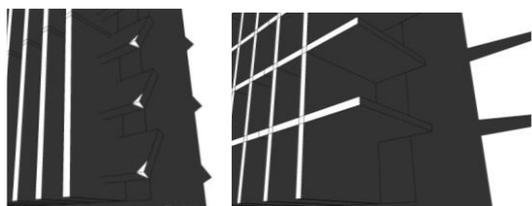
21 MAR/SET 18h

FACHADAS

21 DEZ 18h

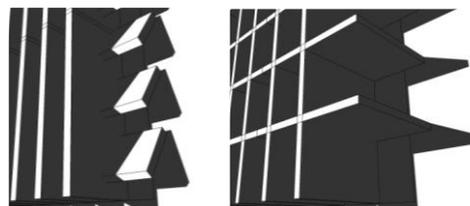


PERSPECTIVAS



SUPERIOR

INFERIOR

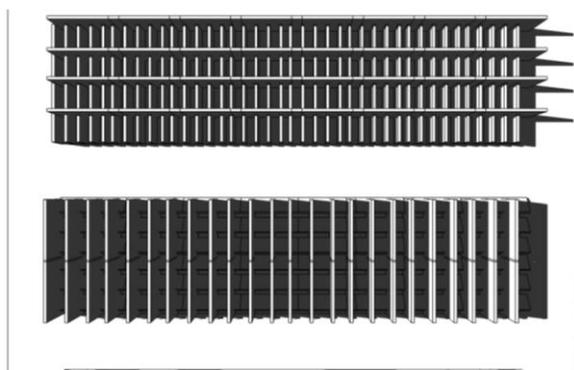


SUPERIOR

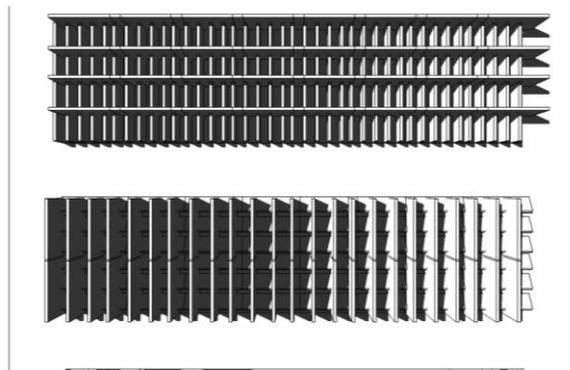
INFERIOR

SUDOESTE – Elementos de Controle Solar – 19

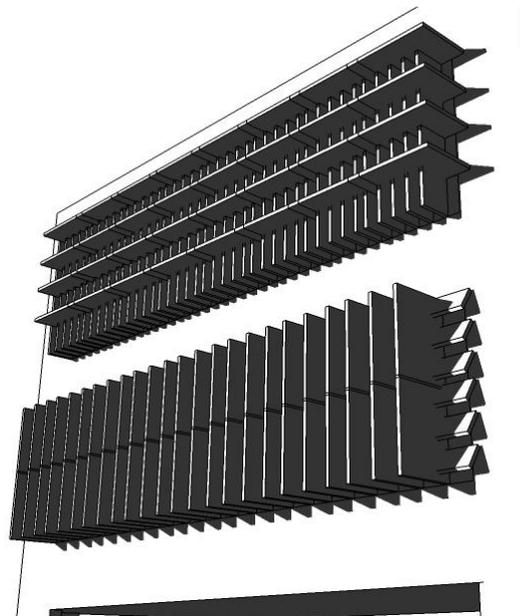
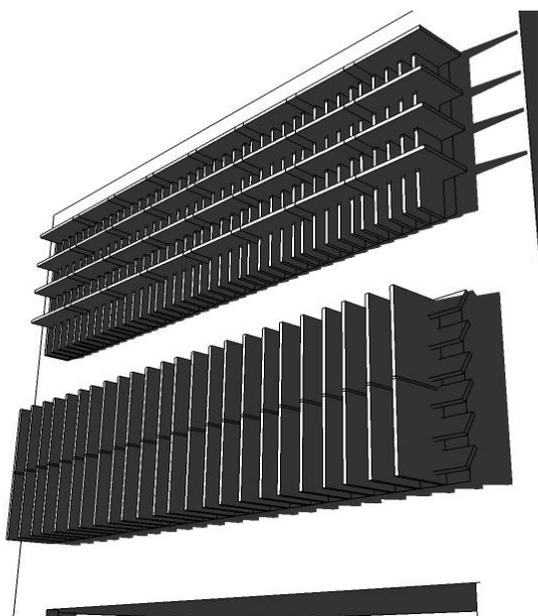
SUDOESTE	8	VFG	SO2
I	HGF	HG.VF-HFi.VG	SO3i



21 MAR/SET 18h FACHADAS



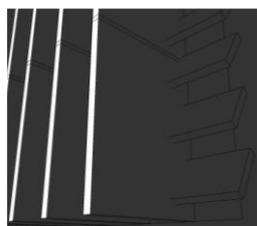
21 DEZ 18h



PERSPECTIVAS



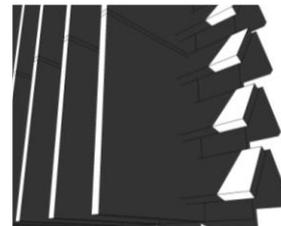
SUPERIOR



INFERIOR



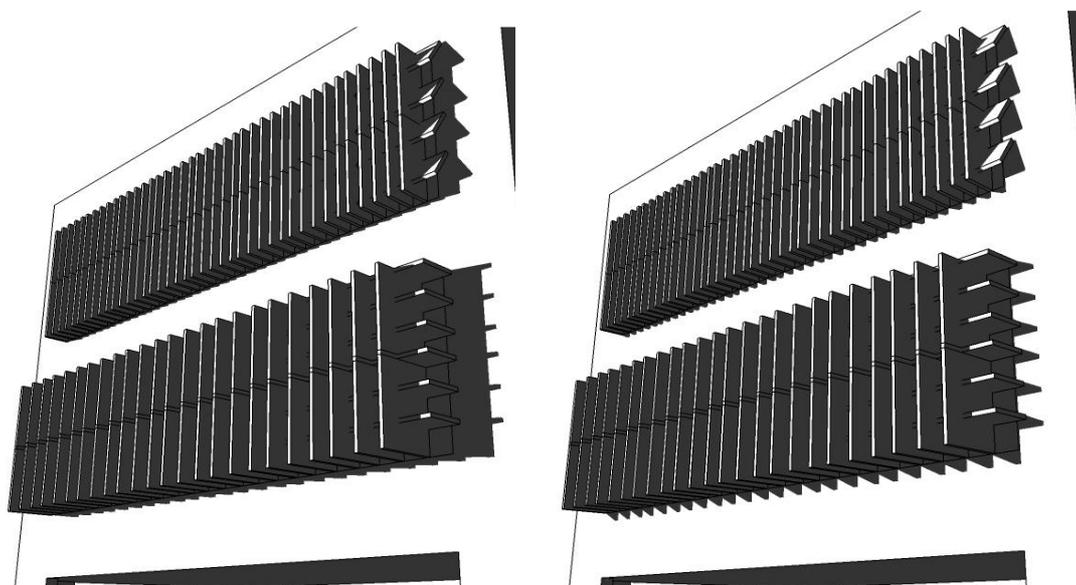
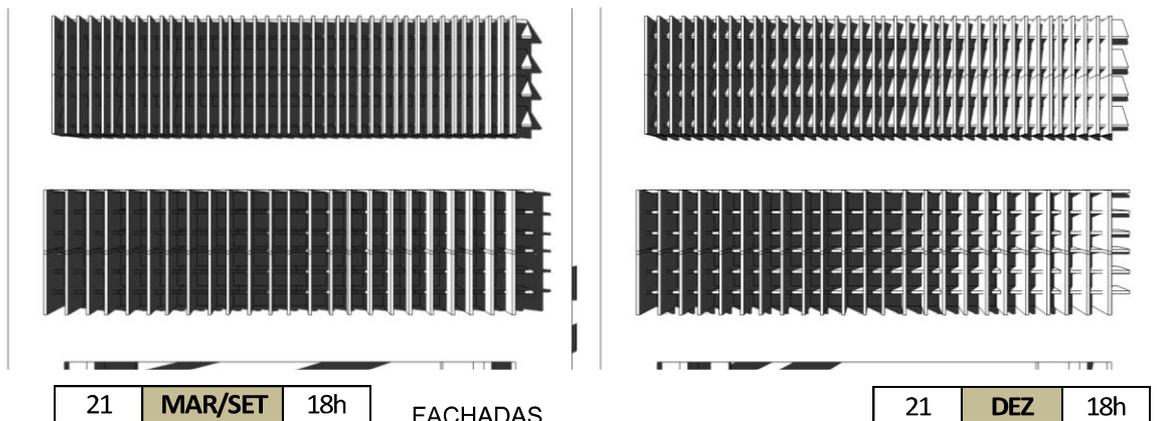
SUPERIOR



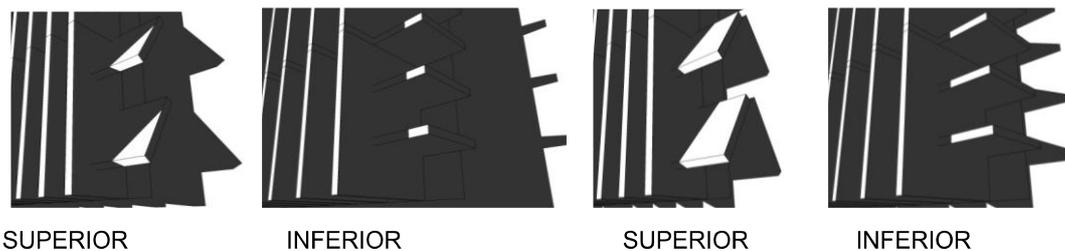
INFERIOR

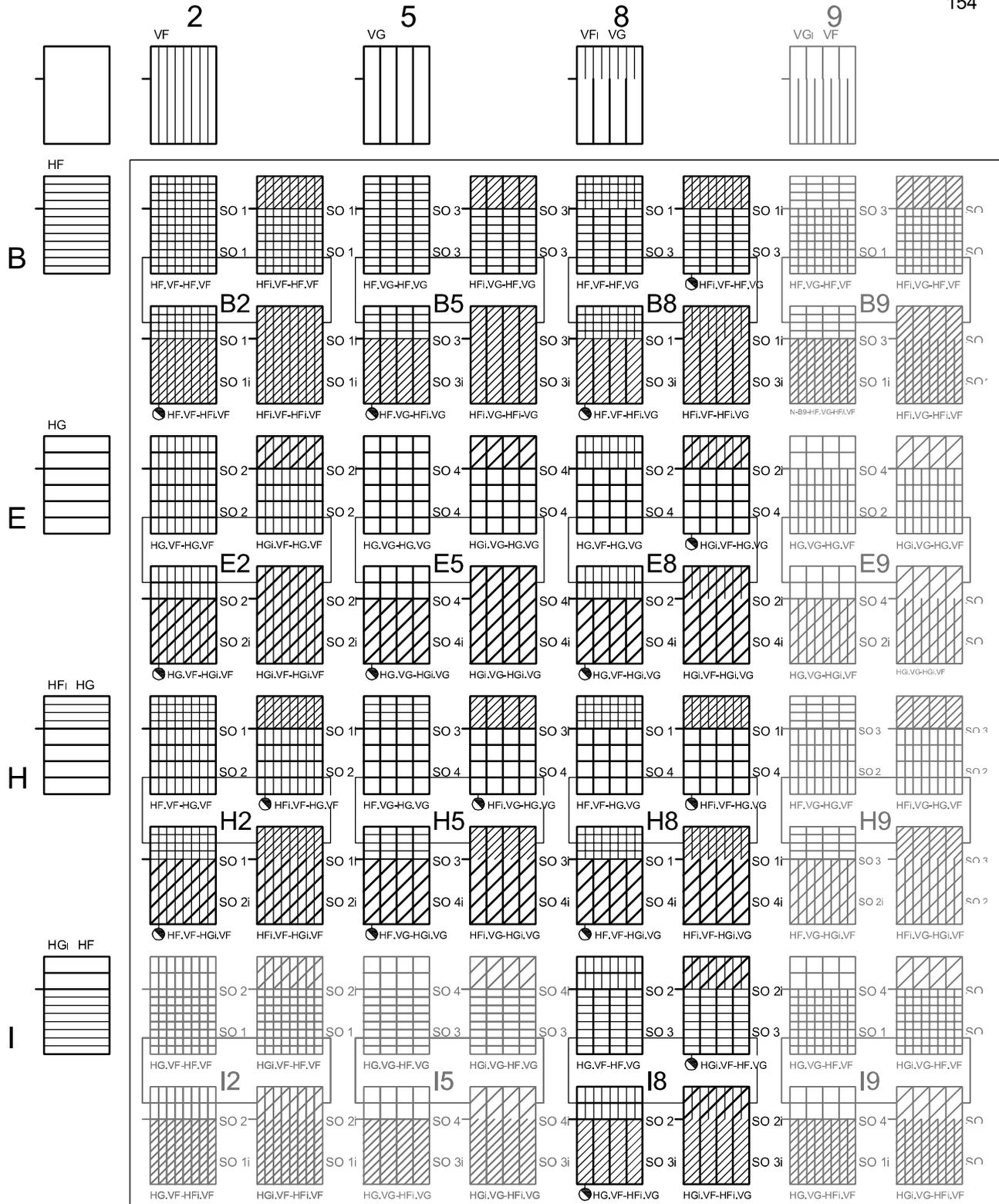
SUDOESTE – Elementos de Controle Solar – 23

SUDOESTE	8	VFG	SO2i
I	HGF	HGi.VF-HF.VG	SO3



PERSPECTIVAS





MATRIZ DAS TEXTURAS DE PROTEÇÃO SOLAR EM FACHADAS.

A matriz apresenta padrões de texturas resultantes do menor ou maior afastamento entre as peças horizontais e verticais, e profundidade diretamente proporcionais. Um menor afastamento gera uma trama fina - F -, uma maior profundidade uma trama graúda - G -

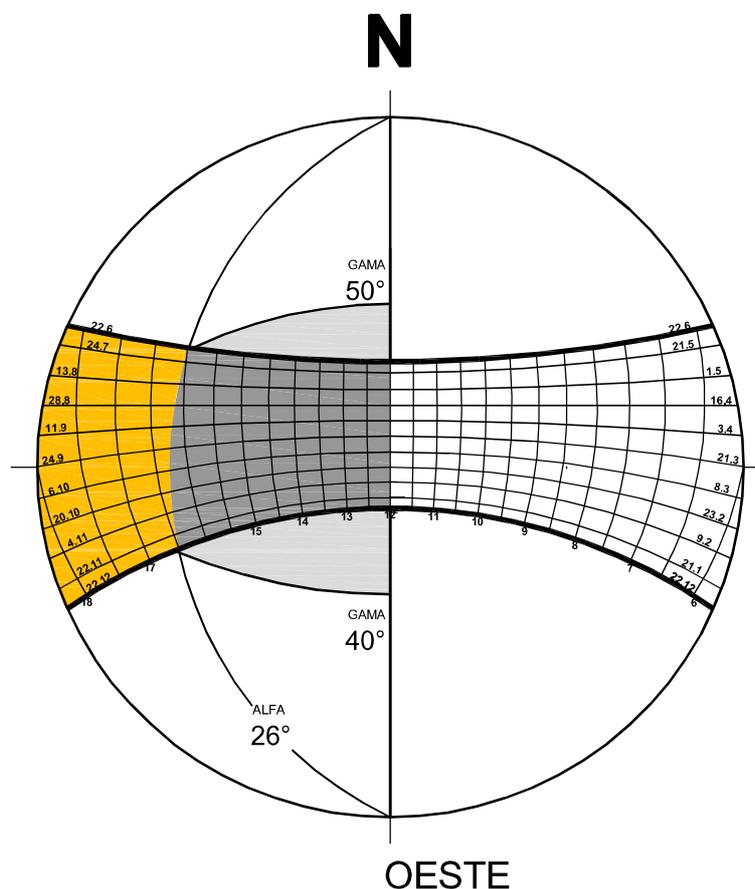
Os elementos formados pelo cruzamento de linhas horizontais e colunas verticais atendem à proteção para esta fachada, representados na matriz pela indicação alfa-numérica.

A partir de cada célula de elementos ortogonais, obtem-se mais 3 - três - componentes pela combinação da inclinação - i - das peças horizontais nas seções superior e inferior.

Os componentes marcados com o símbolo da orientação terão representação tridimensional.

Os conjuntos B9,E9,H9,I2,I5,I9 apresentam combinações de peças duas a duas, pertencentes a esta planilha, com alternância de posicionamento superior e inferior da fachada.

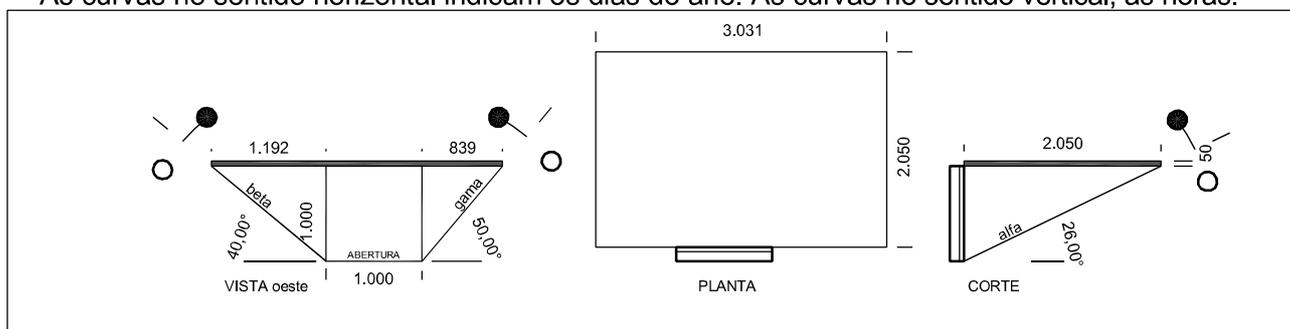




A área hachurada em laranja indica o período de insolação.

A área cinza clara indica a máscara de sombra da peça. A cor cinza escura, a sombra efetiva.

As curvas no sentido horizontal indicam os dias do ano. As curvas no sentido vertical, as horas.



Para a orientação Oeste, as aberturas nessa fachada estarão protegidas até as 16h30min no solstício de verão e proteção até as 16h no solstício de inverno.

Esta estratégia de proteção evita as temperaturas mais elevadas principalmente no período da tarde, onde o nível elevado de radiação deve ser evitado.

A carta solar apresenta a máscara de sombra do componente solar e sua proteção efetiva.

O ângulo Alfa representa a altura solar. Pode ser encontrado no CORTE.

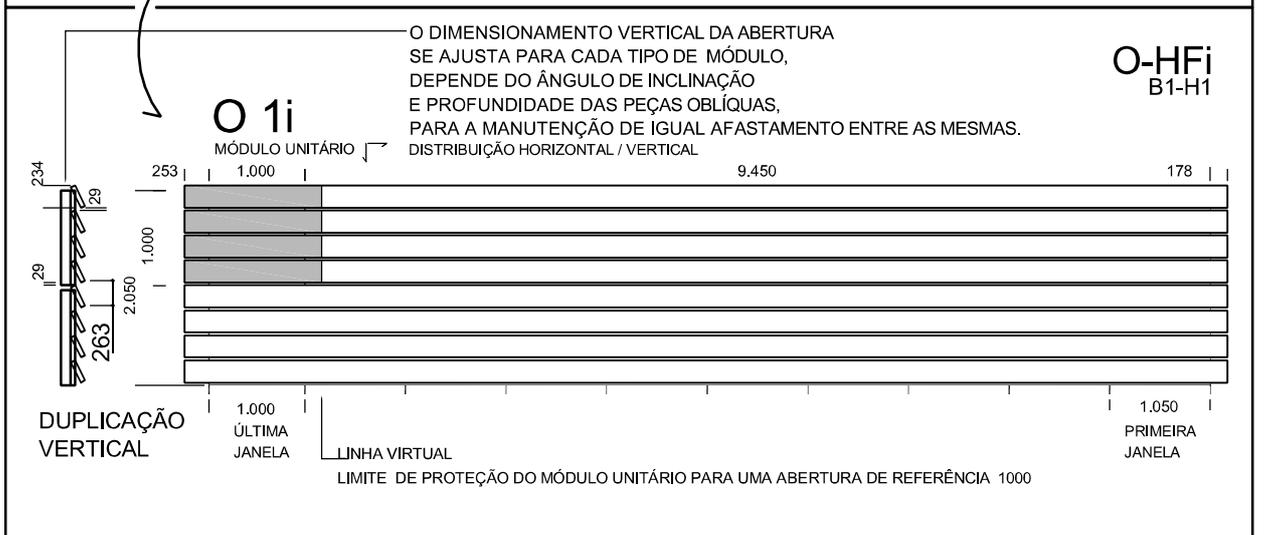
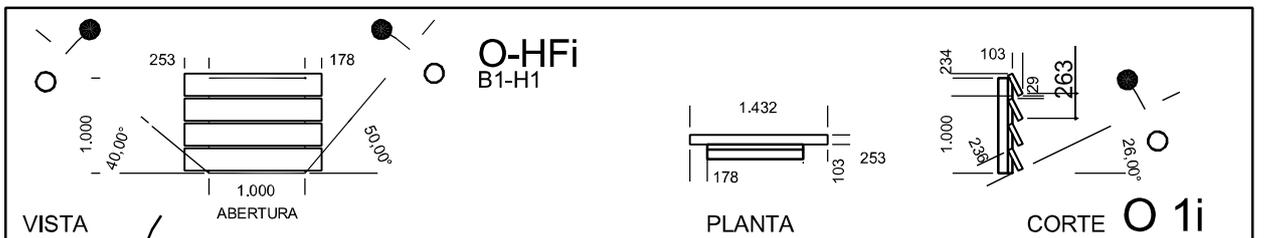
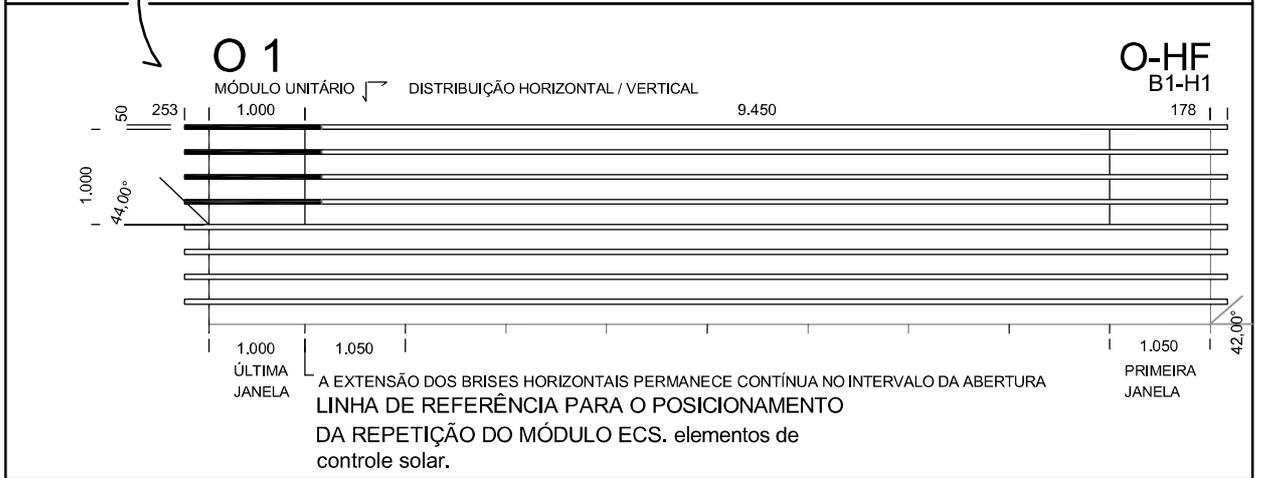
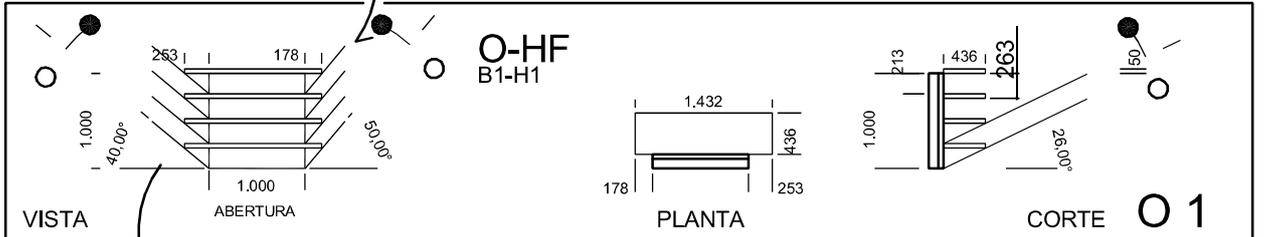
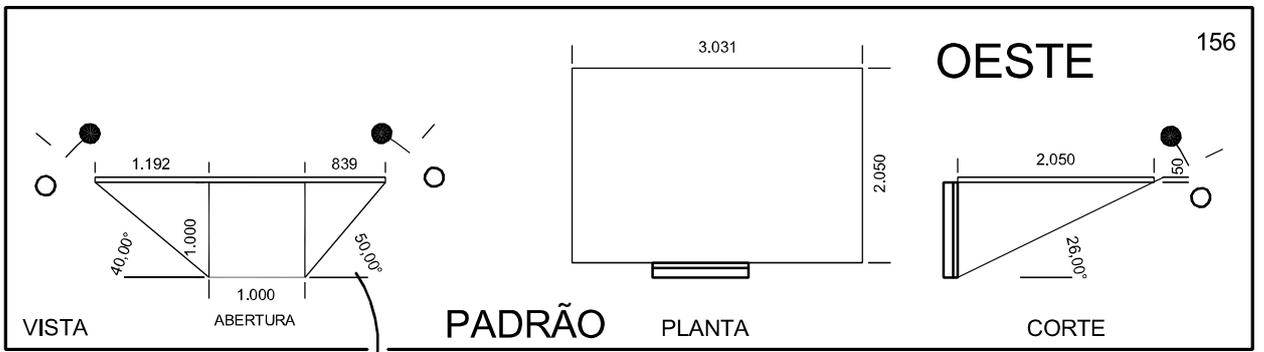
Este ângulo determina a profundidade da peça horizontal.

O ângulo Beta representa a posição relativa do sol a partir do Norte verdadeiro. Vê-se na PLANTA.

Os ângulos Gama são ângulos que vão limitar o sombreamento das peças horizontais e verticais, quando estas tiverem dimensões finitas.

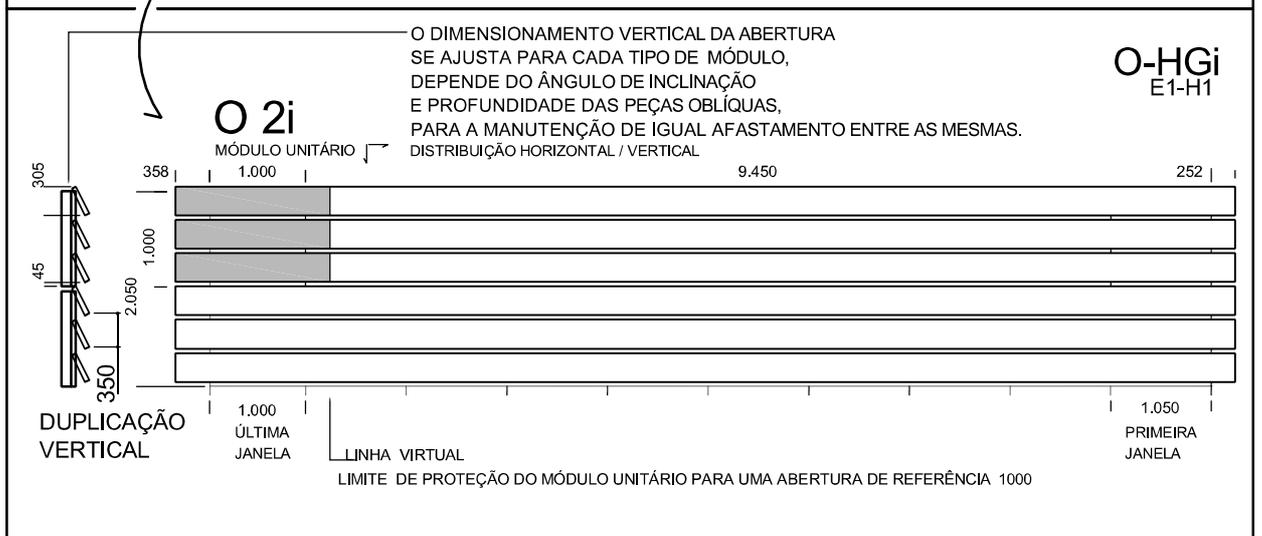
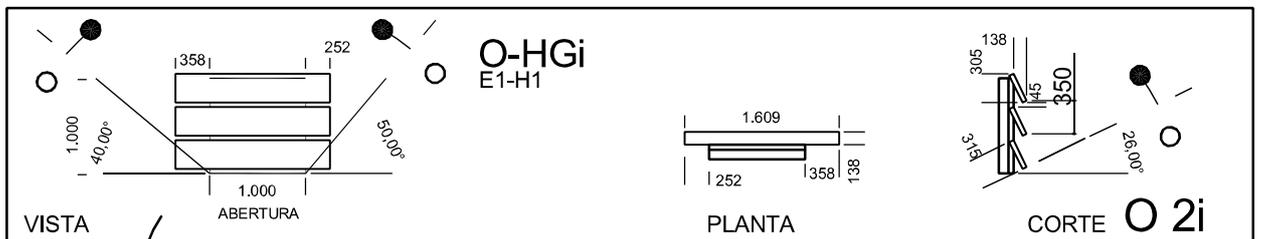
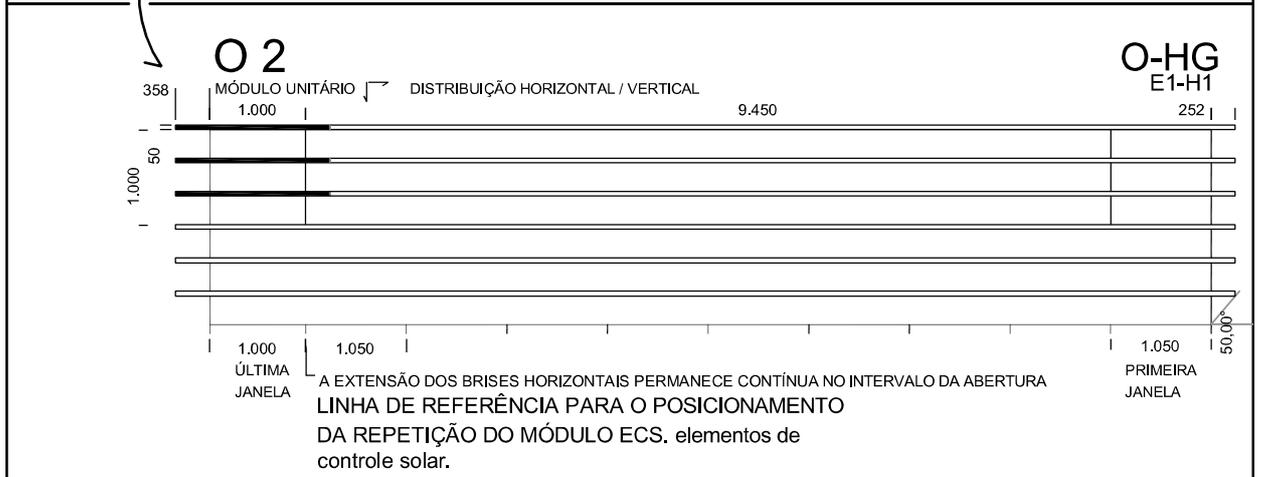
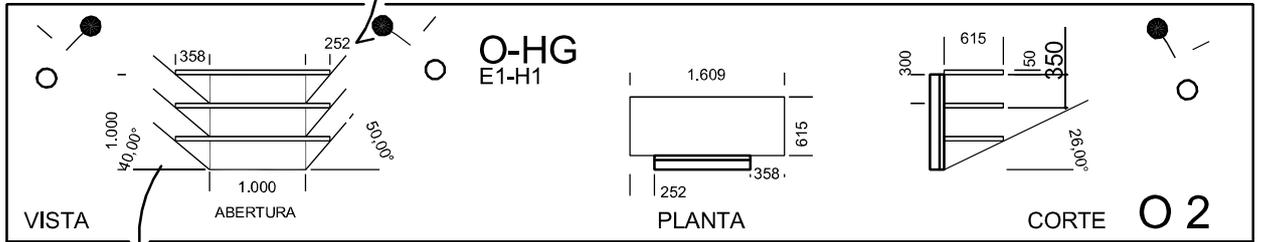
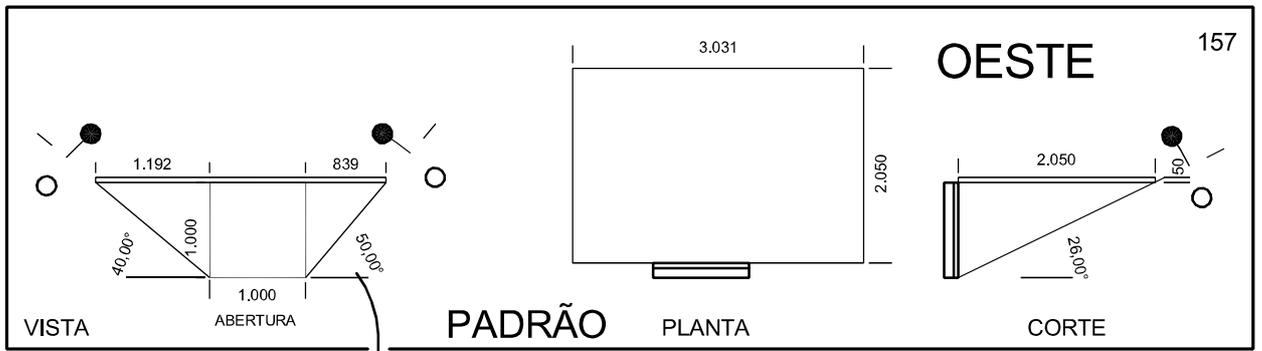
O ângulo gama encontra-se na VISTA frontal da abertura.





TEXTURA DOS ELEMENTOS DE PROTEÇÃO SOLAR EM FACHADAS.
 Variação da quantidade dos elementos horizontais e verticais.
 Elementos horizontais apresentam padrões ortogonais e inclinados.
 Composição das texturas pela repetição da modulação.



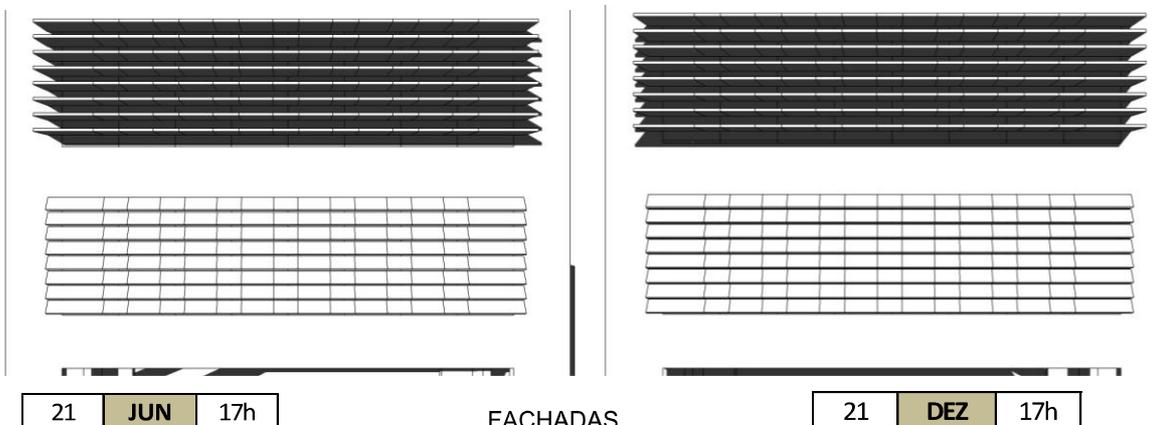


TEXTURA DOS ELEMENTOS DE PROTEÇÃO SOLAR EM FACHADAS.
 Variação da quantidade dos elementos horizontais e verticais.
 Elementos horizontais apresentam padrões ortogonais e inclinados.
 Composição das texturas pela repetição da modulação.

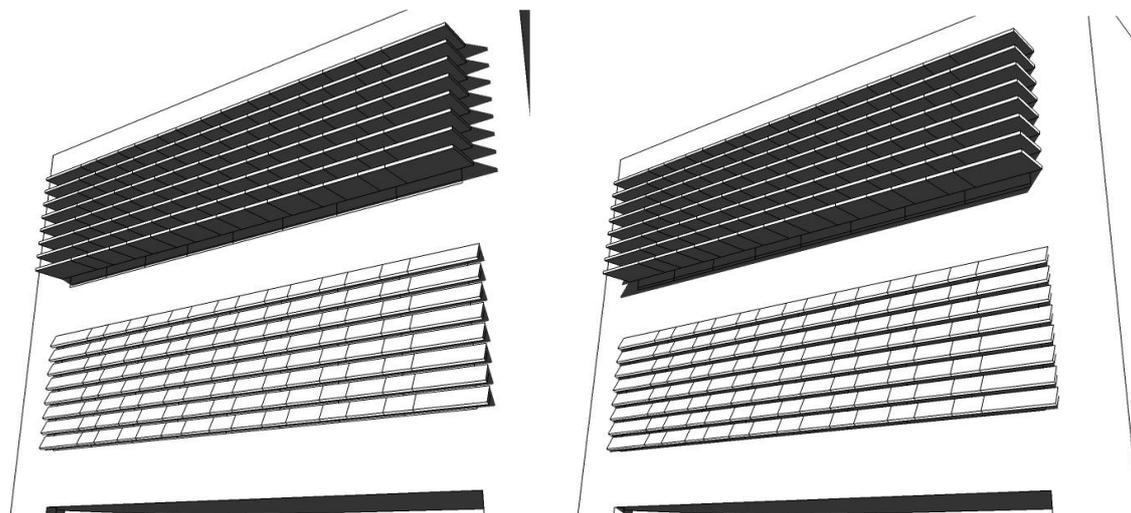


OESTE – Elementos de Controle Solar – 2

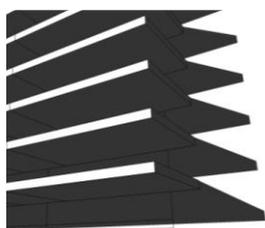
OESTE	1		O1
B	HF	HF-HFi	O1i



FACHADAS



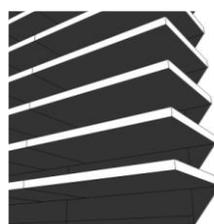
PERSPECTIVAS



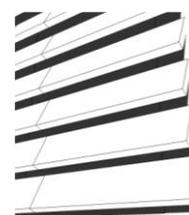
SUPERIOR



INFERIOR



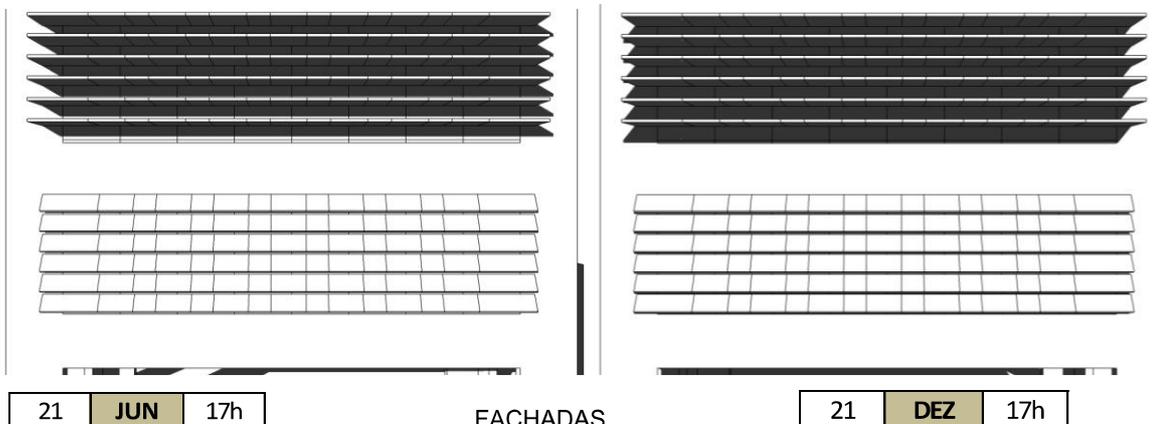
SUPERIOR



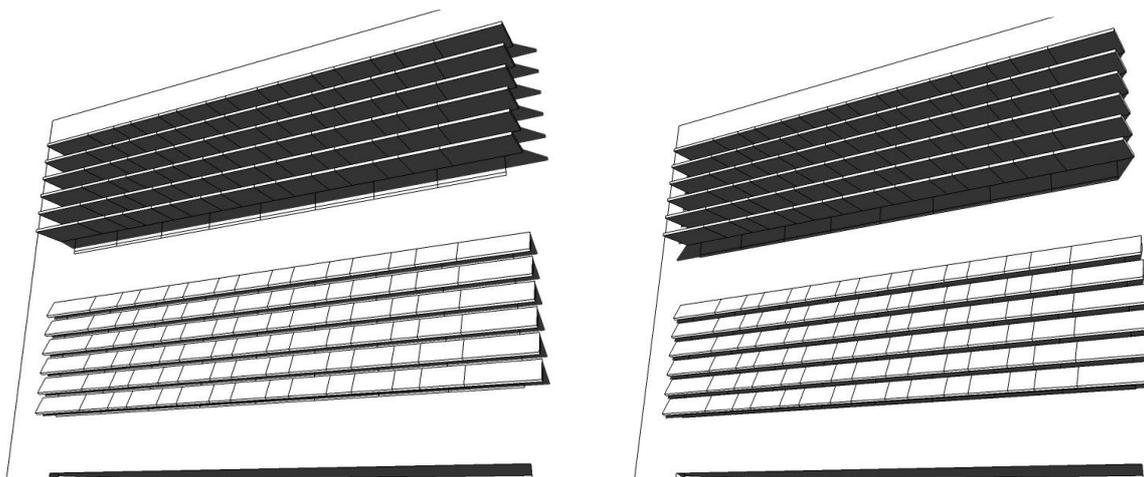
INFERIOR

OESTE – Elementos de Controle Solar – 9

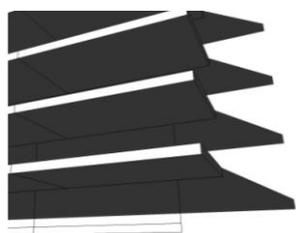
OESTE	1		O2
E	HG	HG-HGi	O2i



FACHADAS



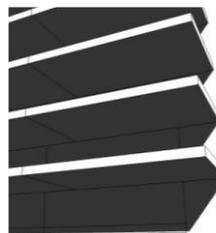
PERSPECTIVAS



SUPERIOR



INFERIOR



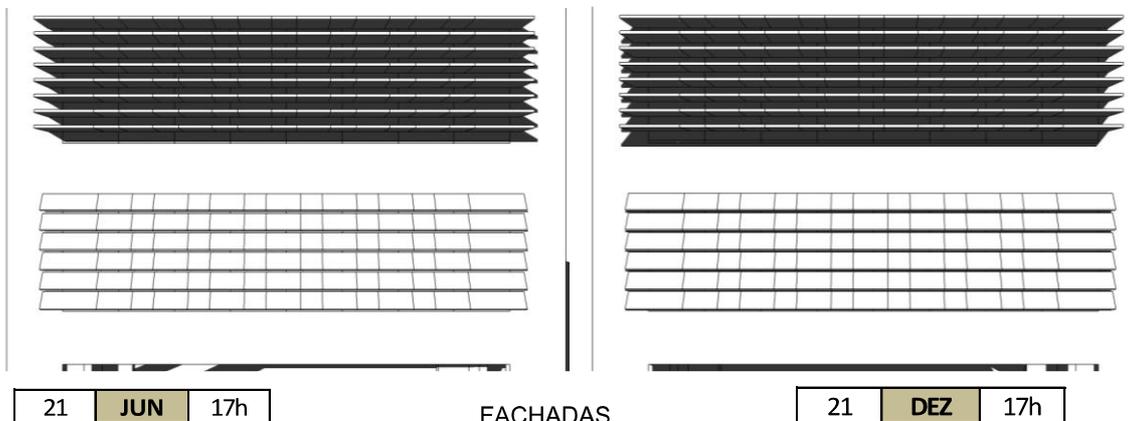
SUPERIOR



INFERIOR

OESTE – Elementos de Controle Solar – 4

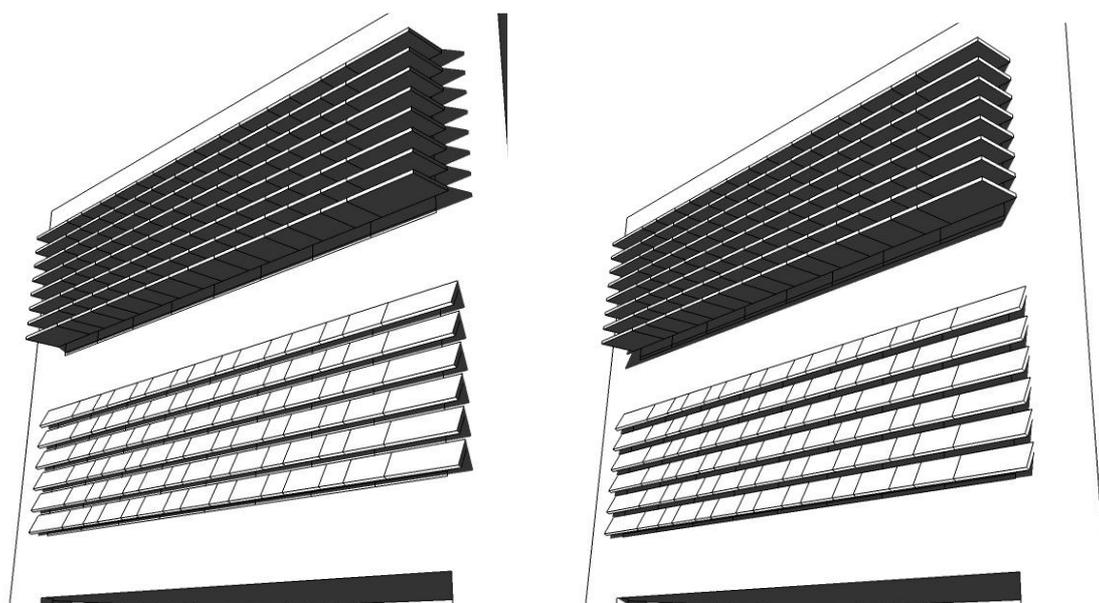
OESTE	1		O1
H	HFG	HF-HGi	O2i



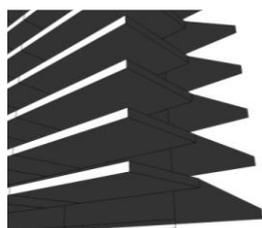
21 JUN 17h

FACHADAS

21 DEZ 17h



PERSPECTIVAS



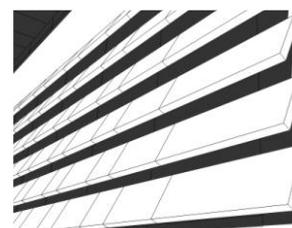
SUPERIOR



INFERIOR



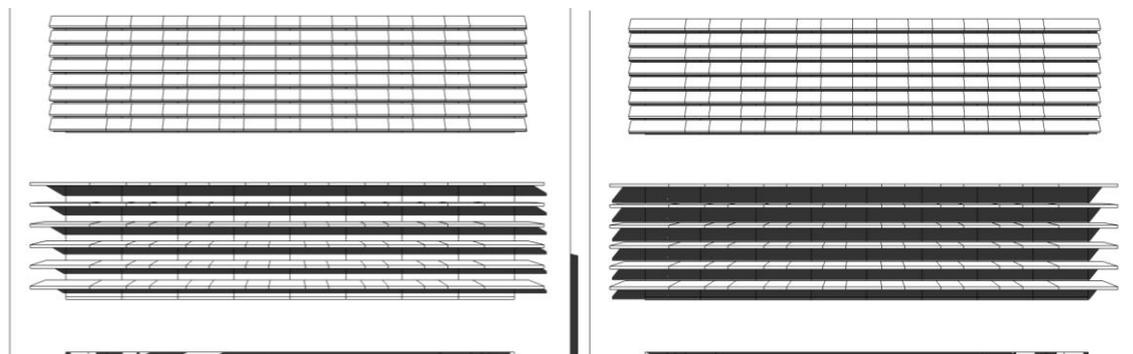
SUPERIOR



INFERIOR

OESTE – Elementos de Controle Solar – 6

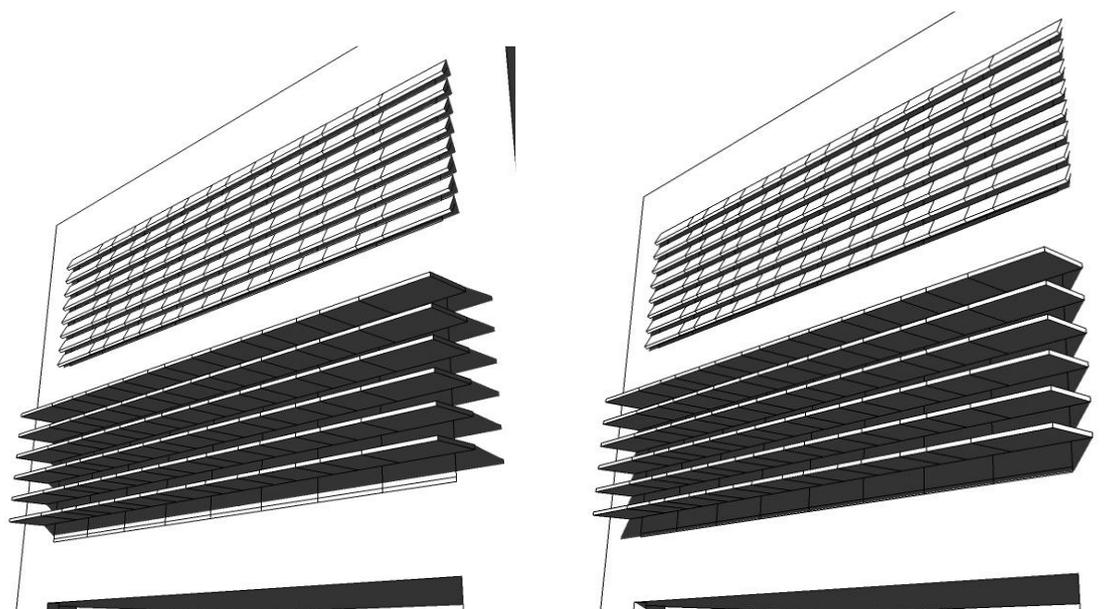
OESTE	1		O1i
H	HFG	HFi-HG	O2



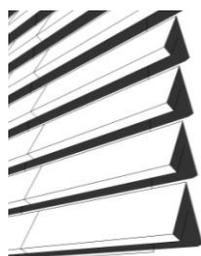
21 JUN 17h

FACHADAS

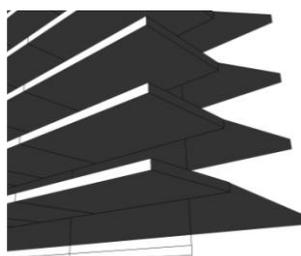
21 DEZ 17h



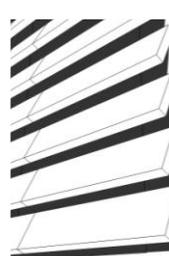
PERSPECTIVAS



SUPERIOR



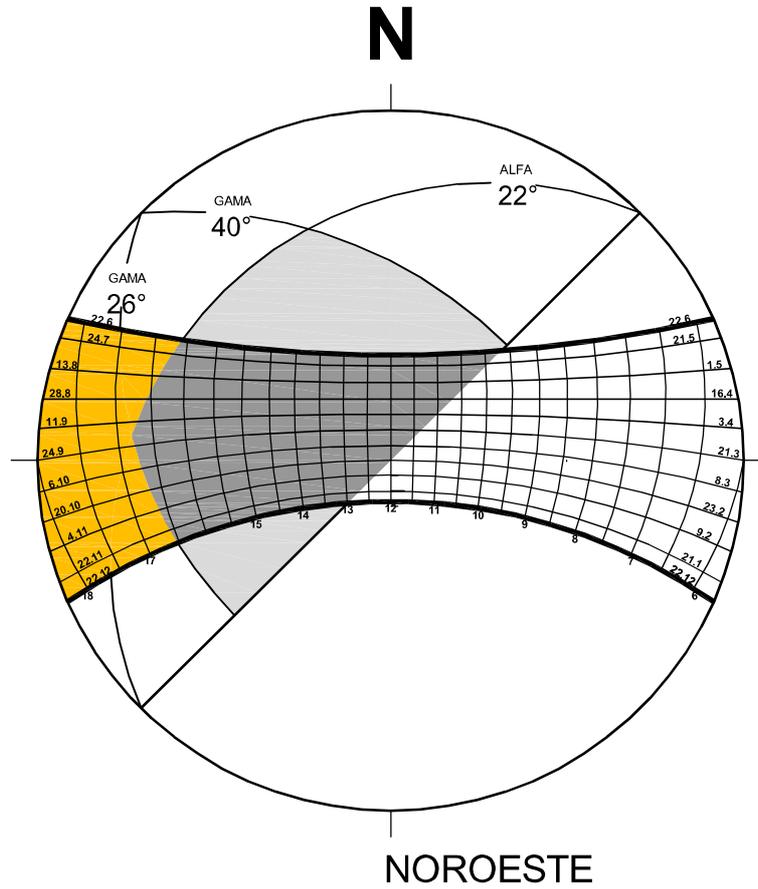
INFERIOR



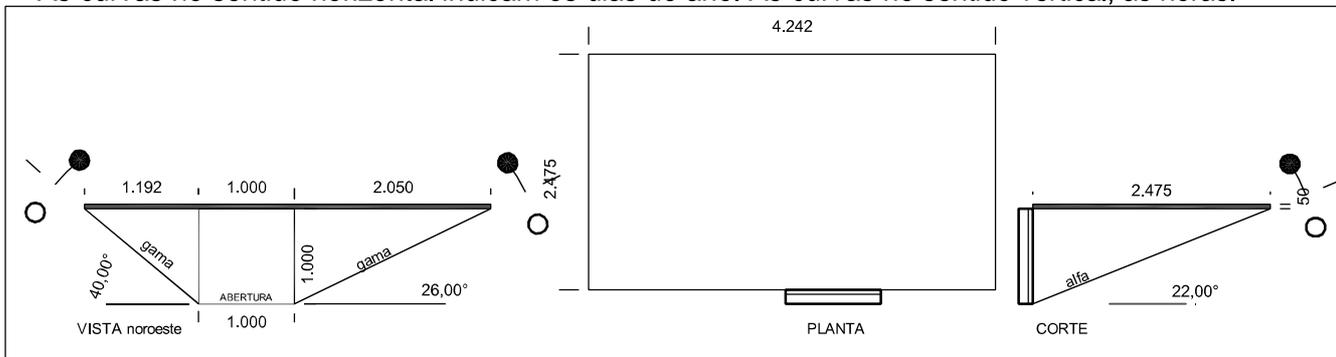
SUPERIOR



INFERIOR



A área hachurada em laranja indica o período de insolação.
 A área cinza clara indica a máscara de sombra da peça. A cor cinza escura, a sombra efetiva.
 As curvas no sentido horizontal indicam os dias do ano. As curvas no sentido vertical, as horas.



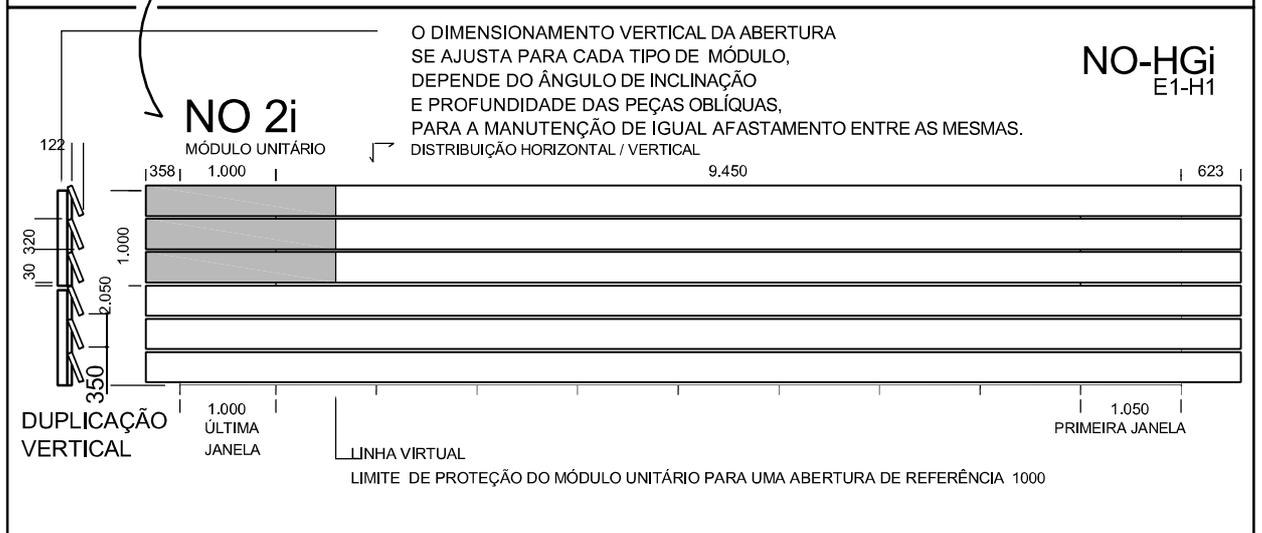
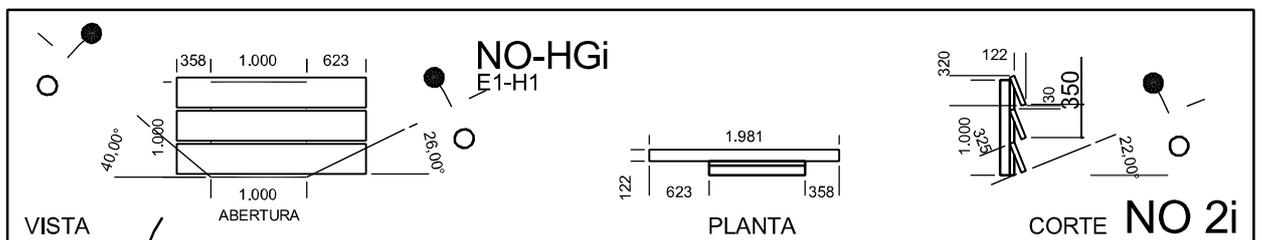
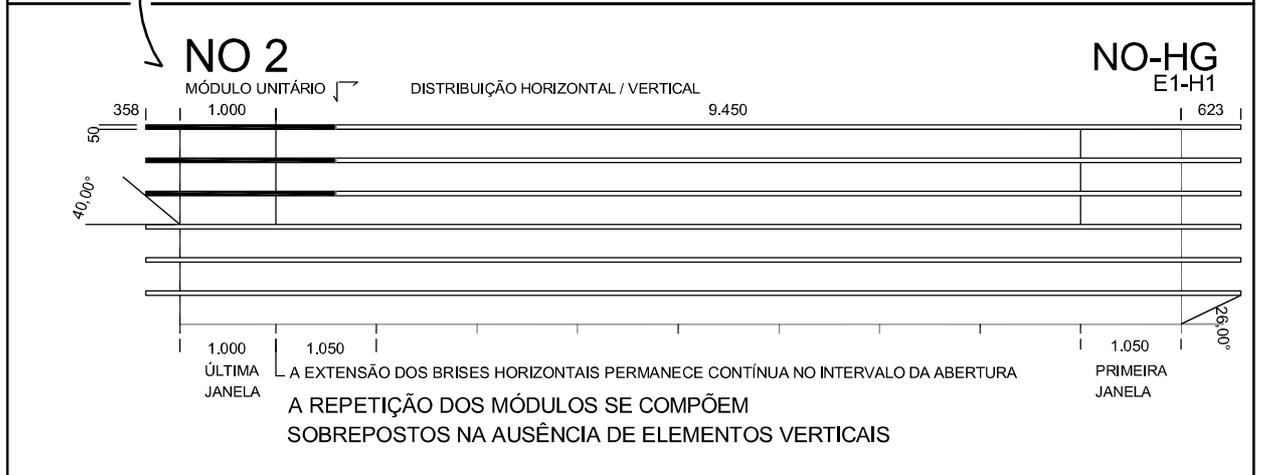
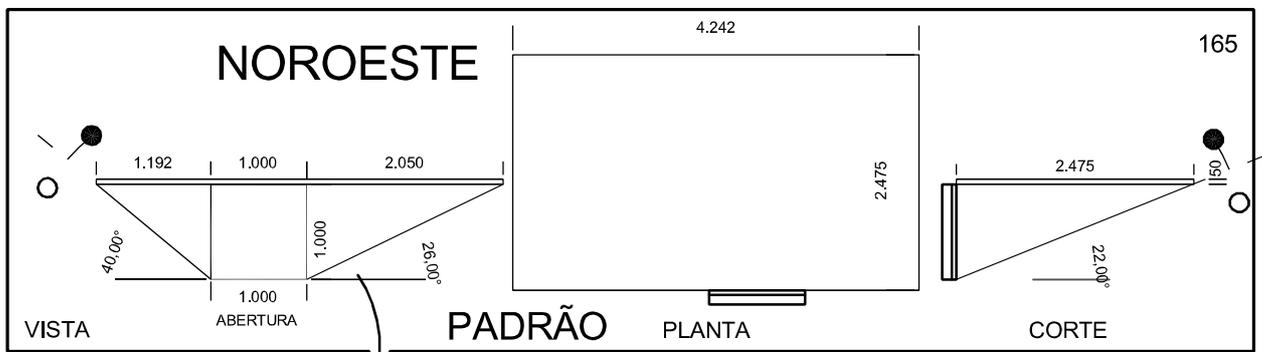
Para a orientação Noroeste, as aberturas nessa fachada estarão protegidas em março e setembro próximo às 17h,
 Nos solstícios de verão e inverno, essa proteção se estende somente até às 16h30min. e 16h, respectivamente.

Esta estratégia de proteção evita as temperaturas mais elevadas principalmente no período da tarde, onde o nível elevado de radiação deve ser evitado.

A carta solar apresenta a máscara de sombra do componente solar e sua proteção efetiva.

O ângulo Alfa representa a altura solar. Pode ser encontrado no CORTE.
 Este ângulo determina a profundidade da peça horizontal.
 O ângulo Beta representa a posição relativa do sol a partir do Norte verdadeiro. Vê-se na PLANTA.
 Os ângulos Gama são ângulos que vão limitar o sombreamento das peças horizontais e verticais, quando estas tiverem dimensões finitas.
 O ângulo gama encontra-se na VISTA frontal da abertura.



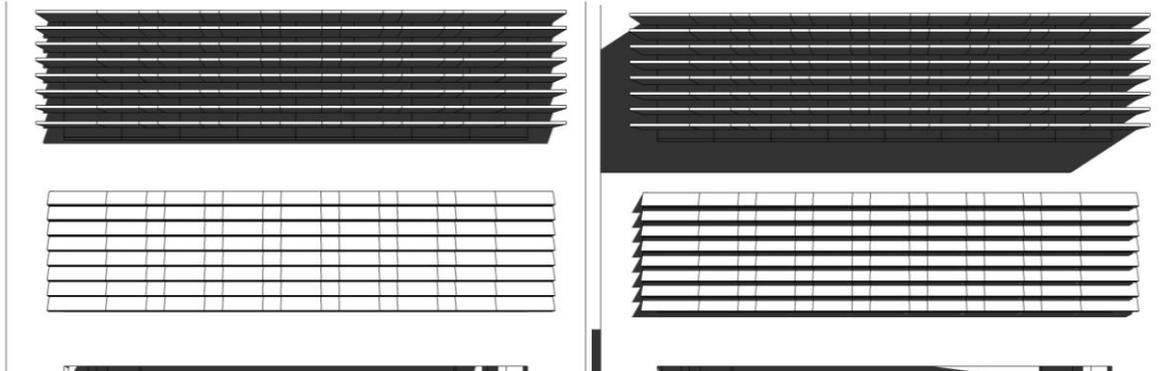


TEXTURA DOS ELEMENTOS DE PROTEÇÃO SOLAR EM FACHADAS.
 Variação da quantidade dos elementos horizontais e verticais.
 Elementos horizontais apresentam padrões ortogonais e inclinados.
 Composição das texturas pela repetição da modulação.



NOROESTE – Elementos de Controle Solar – 2

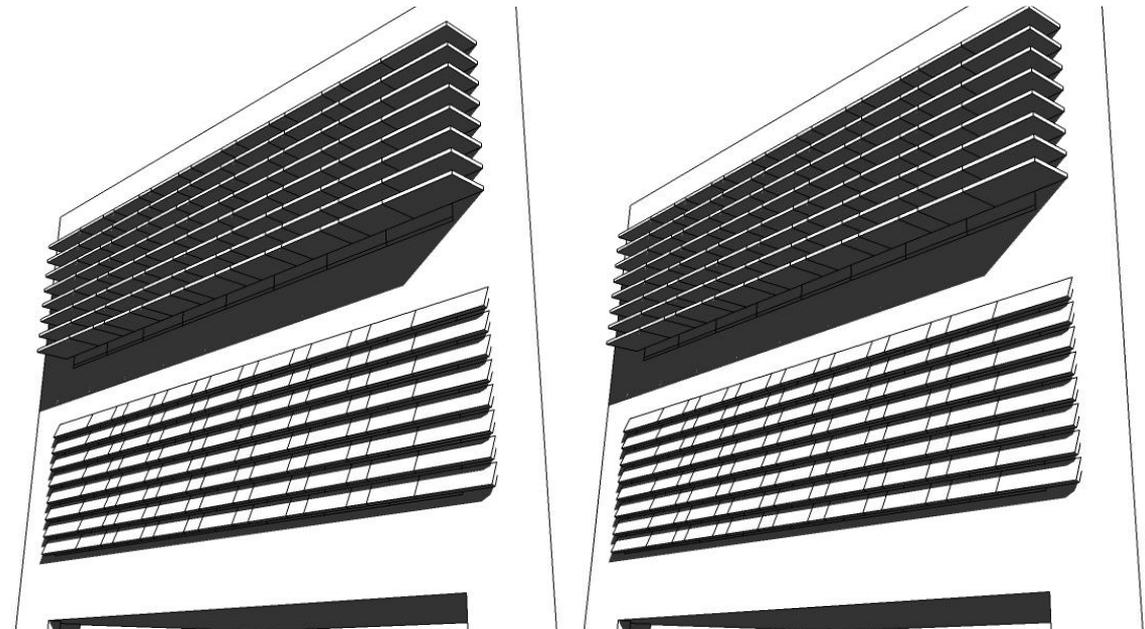
NOROESTE	1		NO1
B	HF	HF-HFi	NO1i



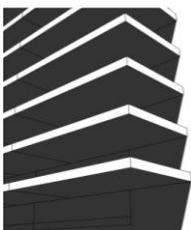
21 JUN 16h

FACHADAS

21 DEZ 16h30min



PERSPECTIVAS



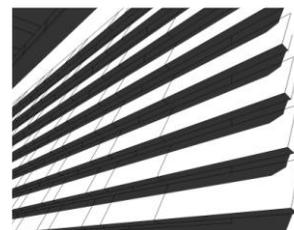
SUPERIOR



INFERIOR



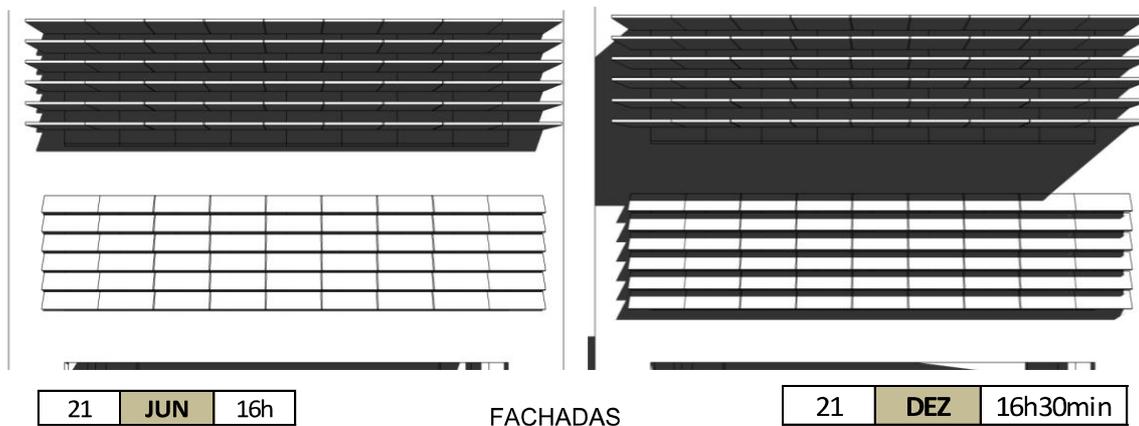
SUPERIOR



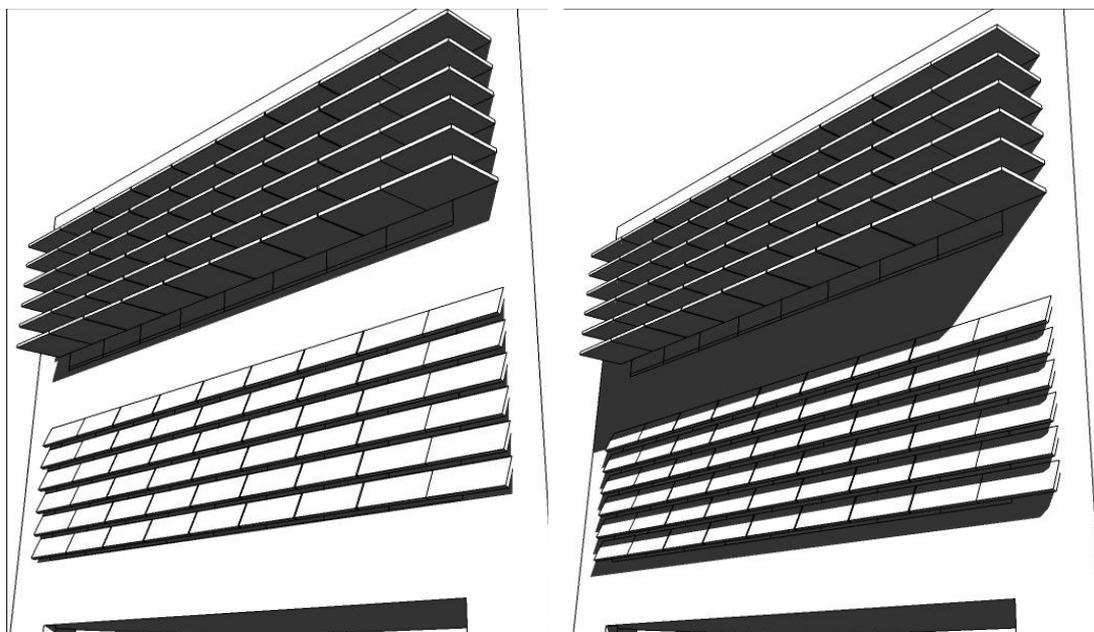
INFERIOR

NOROESTE – Elementos de Controle Solar – 9

NOROESTE	1		NO2
E	HG	HG-HGi	NO2i



FACHADAS



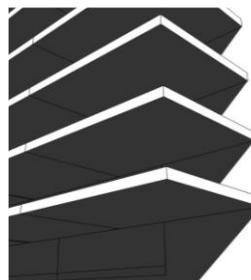
PERSPECTIVAS



SUPERIOR



INFERIOR



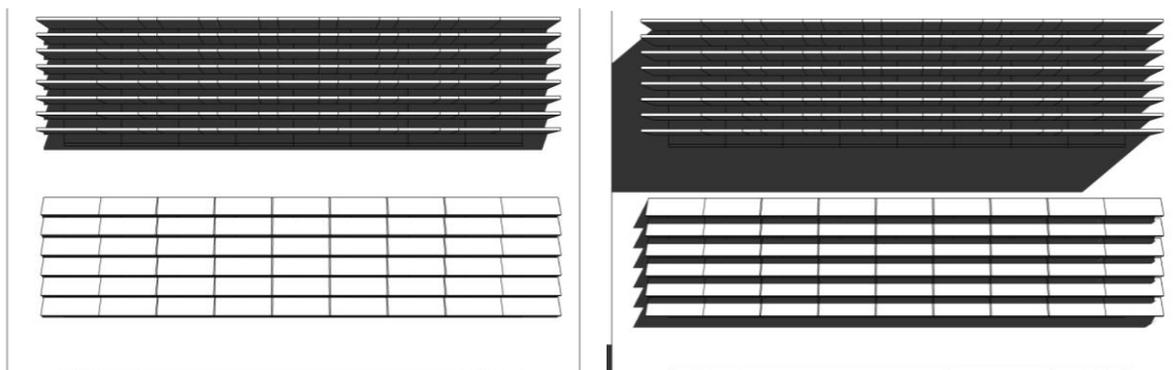
SUPERIOR



INFERIOR

NOROESTE – Elementos de Controle Solar – 4

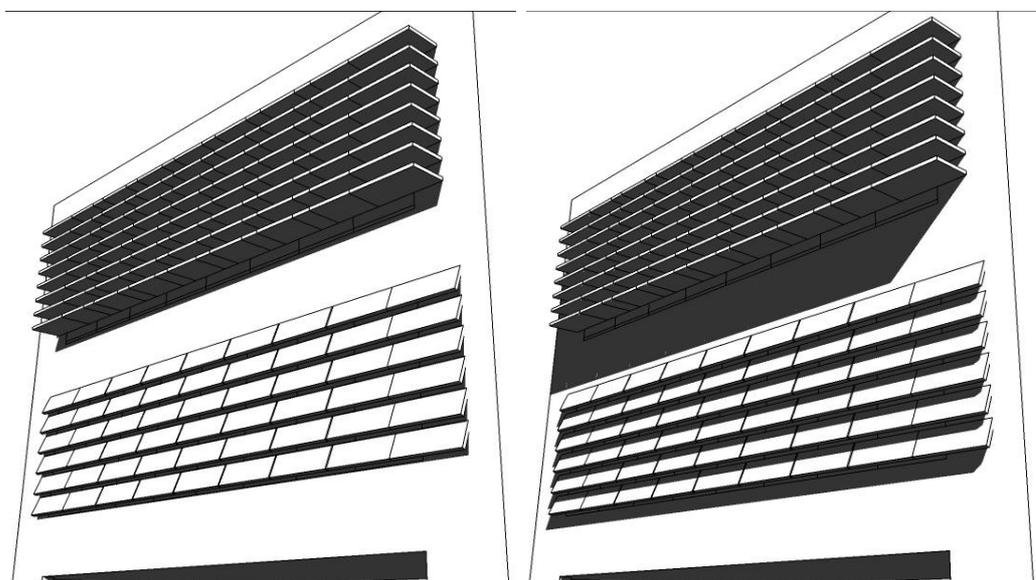
NOROESTE	1		NO1
H	HFG	HF-HGi	NO2i



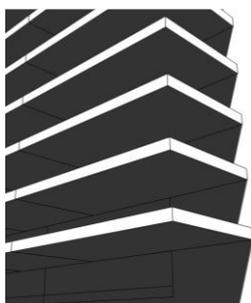
21 JUN 16h

FACHADAS

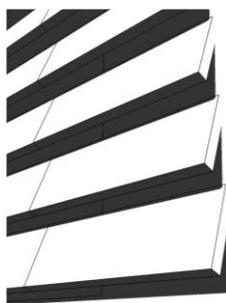
21 DEZ 16h30min



PERSPECTIVAS



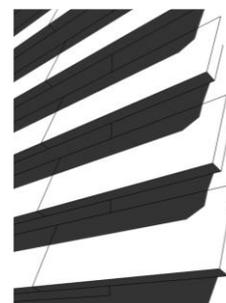
SUPERIOR



INFERIOR



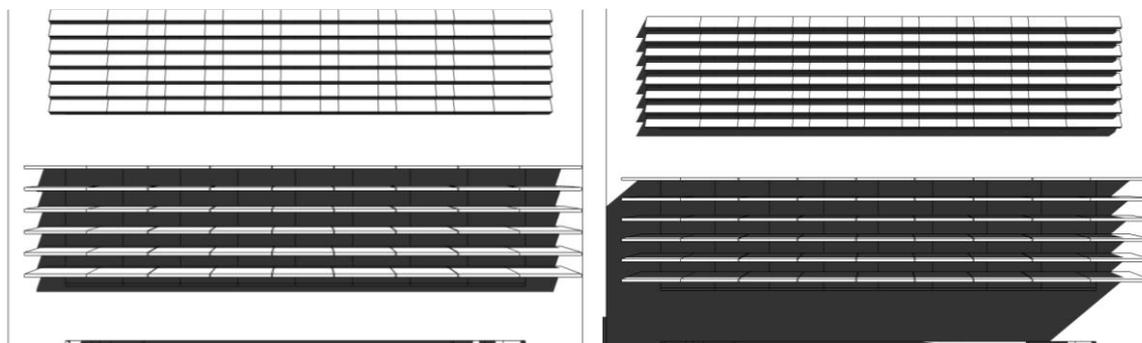
SUPERIOR



INFERIOR

NOROESTE – Elementos de Controle Solar – 6

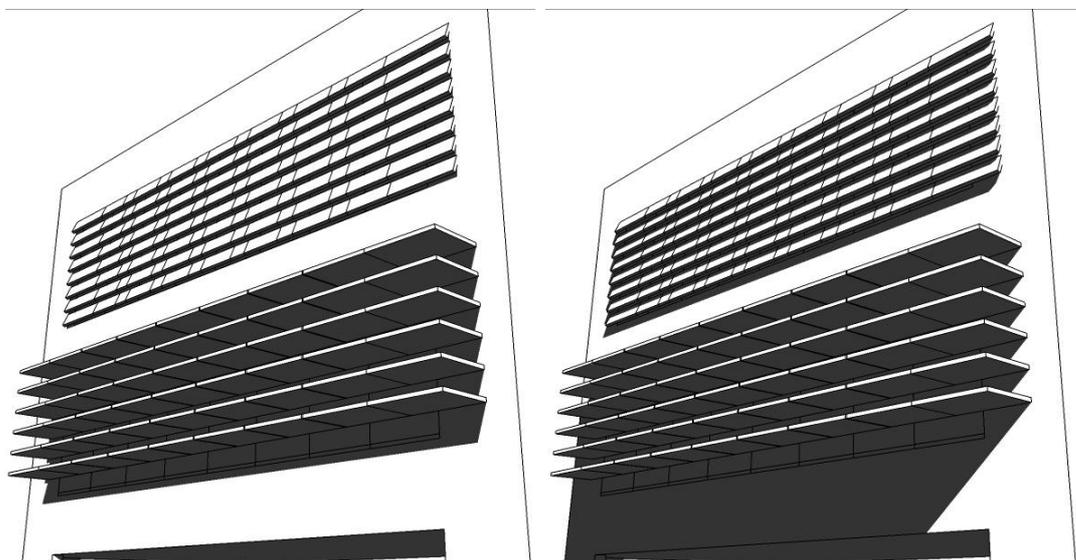
NOROESTE	1		NO1i
H	HFG	HFi-HG	NO2



21 JUN 16h

FACHADAS

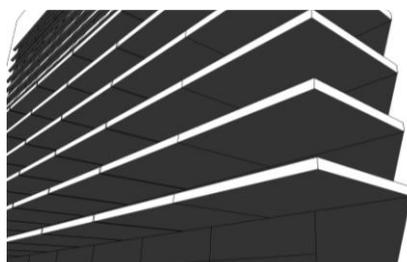
21 DEZ 16h30min



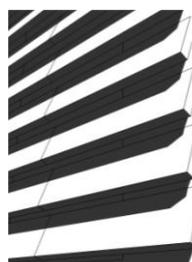
PERSPECTIVAS



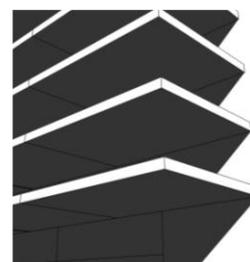
SUPERIOR



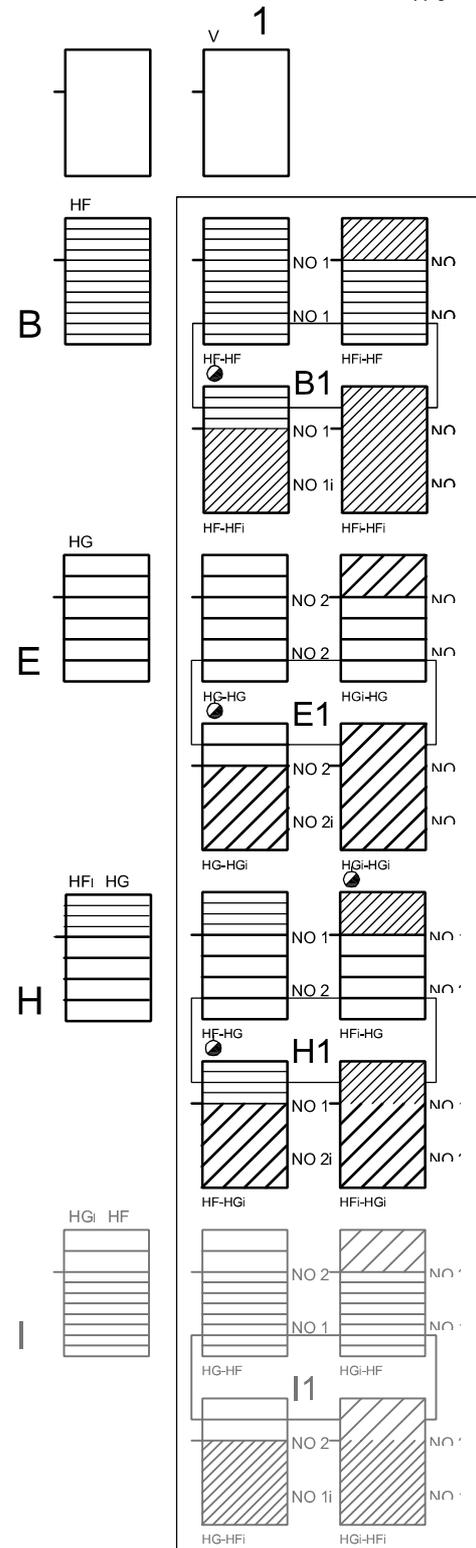
INFERIOR



SUPERIOR



INFERIOR



MATRIZ DAS TEXTURAS DE PROTEÇÃO SOLAR EM FACHADAS.

A matriz apresenta padrões de texturas resultantes do menor ou maior afastamento entre as peças horizontais e verticais, e profundidade diretamente proporcionais. Um menor afastamento gera uma trama fina - F -, uma maior profundidade uma trama graúda - G -.

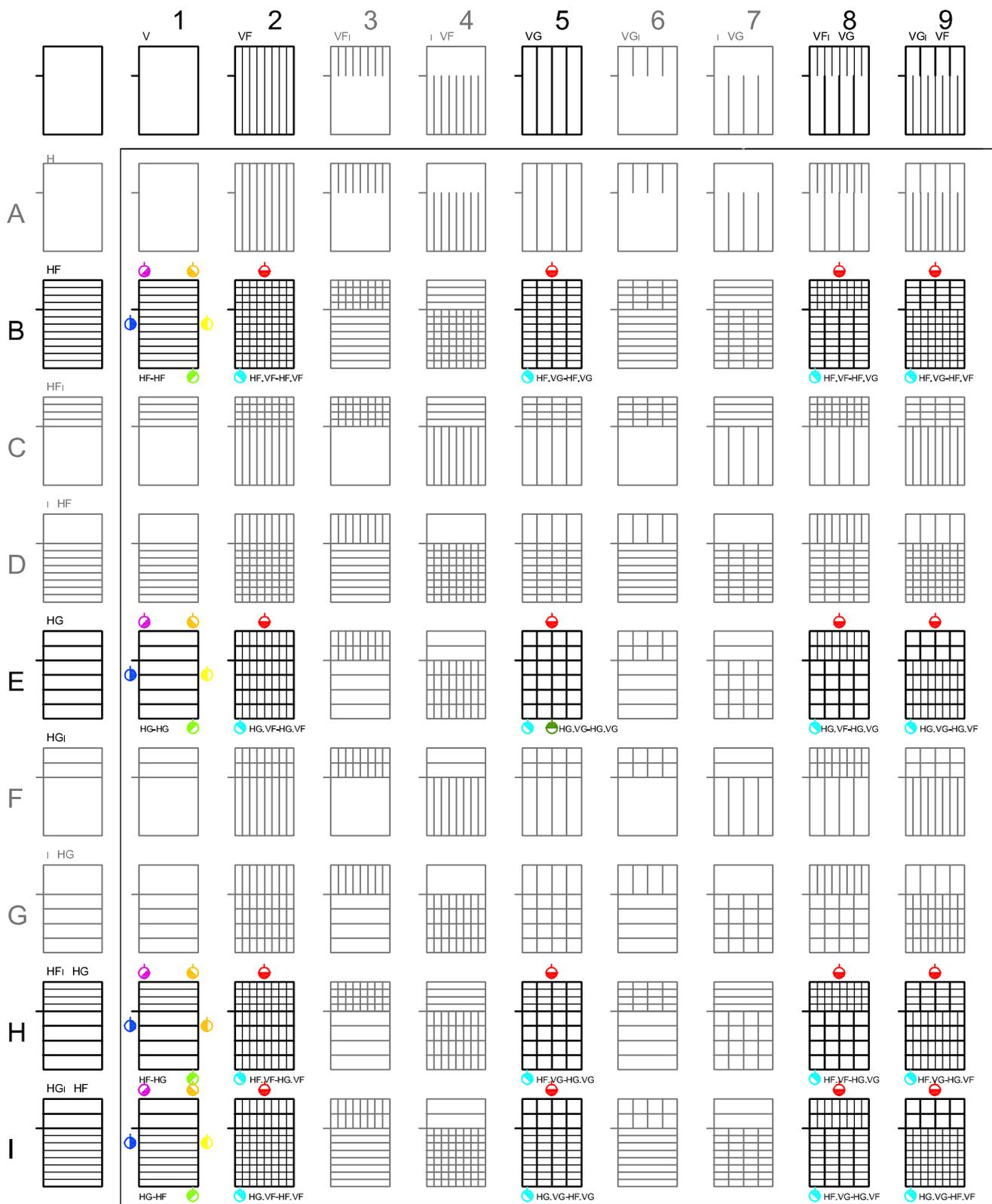
Os elementos formados pelo cruzamento de linhas horizontais e coluna vertical atendem à proteção para esta fachada, representados na matriz pela indicação alfa-numérica.

A partir de cada célula da matriz ortogonal, obtem-se mais 3 - três - componentes pela combinação da inclinação - i - das peças horizontais nas seções superior e inferior.

Os componentes marcados com o símbolo da orientação serão representados graficamente.

Os conjunto I1, apresenta combinação de peças duas a duas, pertencentes a esta planilha, com alternância de posicionamento superior e inferior da fachada.





MATRIZ GERAL DAS TEXTURAS



A matriz de texturas ortogonais apresenta a distribuição dos elementos horizontais e verticais aplicados de forma perpendicular às fachadas.

As "células" em destaque representam as composições de elementos horizontais e verticais cuja configuração pode atender plenamente às proteções desejadas.

Os ícones indicados nas "células" da matriz relacionam quais fachadas podem receber esses dispositivos como estratégia de proteção solar.