

DIAGRAMA MORFOLÓGICO PARTE II - PROJETOS EXEMPLARES PARA A LUZ NATURAL: TREINANDO O OLHAR E CRIANDO REPERTÓRIO

AMORIM, Cláudia Naves David

RESUMO

O presente artigo apresenta alguns projetos arquitetônicos analisados por meio do Diagrama Morfológico, instrumento síntese de parâmetros fundamentais relacionados à luz natural, e que pode ser utilizado no processo de projeto ou para descrição e avaliação de edificações existentes do ponto de vista ambiental, com ênfase na luz natural. O instrumento tem como objetivos treinar o senso crítico do projetista para a análise de projetos, e criar repertório a partir de boas soluções de projeto. Descreve-se o procedimento de utilização do instrumento, os levantamentos e informações necessárias, e aplica-se o mesmo em sete projetos considerados exemplares, de tipologias e contextos climáticos diversos.

Palavras-chave: Diagrama morfológico; iluminação natural; projetos exemplares.

ABSTRACT

The article presents some architectural designs analysed by means of the Morphological Diagram, a synthesis tool of fundamental parameters related to daylighting, that can be used in the design process or to describe and evaluate existing buildings from the environmental point of view. The tool has the objectives to develop critical sense of the designer to the projects evaluation, and to create a repertory from good design solutions. The utilization procedure is described, and the tool is used in seven exemplary designs of diverse typologies and climatic contexts.

Key words: Morphological Diagram; daylighting; exemplary designs

1. INTRODUÇÃO

O estudo de tipologias arquitetônicas específicas, através de estudos da análise ou do enfoque de casos de projetos exemplares do ponto de vista da iluminação natural, é um dos instrumentos que podem permitir um salto qualitativo no projeto arquitetônico, visando um ganho de qualidade ambiental e na sustentabilidade, através de eficiência energética e conforto ambiental.

O Diagrama Morfológico (AMORIM, 2007) é utilizado para apresentar uma seleção de sistemas e estratégias de soluções efetivas para o emprego da luz natural nas edificações (ver Figura 1). Utilizando-se este instrumento, através da combinação de “Parâmetros” e “Variáveis” pode-se representar uma série de soluções de projeto. Pode-se utilizá-lo para identificar aspectos do projeto que necessitam ser otimizados, durante a projeção arquitetônica, ou pode-se preencher o Diagrama com as características da edificação, identificando-a como sendo uma boa solução para a iluminação natural. O uso do Diagrama poderá tornar-se um instrumento útil para a criação de um repertório de soluções adequadas e para a sensibilização na análise de projetos, com enfoque no uso da luz natural.

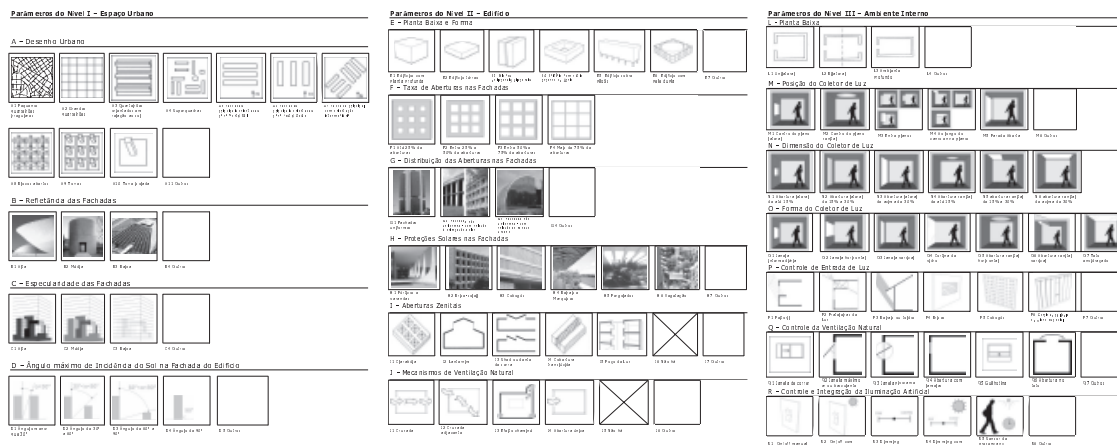


Figura 1 - Legenda do Diagrama Morfológico, com Parâmetros e Variáveis para os 3 níveis de análise: Espaço Urbano, Edifício e Ambiente Interno¹

3. DIAGRAMA MORFOLÓGICO: USO PARA ANÁLISE DE PROJETOS EXEMPLARES

Vários autores utilizam projetos exemplares para demonstrar a aplicabilidade e vantagens de conceitos apresentados teoricamente, com relação ao uso da luz natural. Rogora (1997) apresenta uma leitura de projetos “de alguns edifícios conhecidos pelas suas qualidades arquitetônicas e luminosas”², utilizando instrumentos de representação do campo luminoso propostos por ele. São analisadas 7 edificações de tipologias diversas (igrejas, bibliotecas, museus e residências) de arquitetos como Le Corbusier, Alvar Aalto, Louis Kahn e Rafael Serra. Os exemplos analisados são organizados em fichas de leitura que trazem informações como localização da obra, implantação e plantas, fachadas e cortes, descrição do comportamento luminoso com algumas imagens do interior e a representação das condições de iluminação através do instrumento proposto. A análise propõe-se a evidenciar o uso dos “instrumentos conceituais e de representação para permitir uma projeção arquitetônica com ênfase na solução lumínica do espaço.”³ As conseqüências ambientais⁴ dessa prática não são abordadas pelo instrumento, não havendo menção a isso, apesar da luz ser tratada do ponto de vista físico.

Lam (1986), em sua obra “Sunlight as a formgiver for architecture” foca os projetos

apresentados em tipologias de museus, onde se utilizou a luz do sol distribuída como elemento de iluminação dos espaços expositivos, solução pouco usual. O autor teve a intenção de evidenciar o potencial de utilização da luz solar direta como fonte de iluminação e valorização da arquitetura.

Toricelli *et al* (1996) apresenta em seu livro “La luce del giorno” dois momentos de análise projetual: a primeira parte discute projetos de arquitetos, que por sua explícita declaração, “assumiram a luz do dia como dimensão relevante em seu modus operandi: elemento arquitetônico como a parede e o espaço.”⁵ Neste primeiro elenco de projetos, apresentam-se obras de arquitetos como Frank Loyid Wright, Arata Isozaki, Le Corbusier, Louis Kahn, Ignazio Gardella, Tadao Ando, etc; os projetos são apresentados evidenciando os aspectos simbólicos e relativos à linguagem do *encontro* da arquitetura com a luz. Em um segundo momento, o autor aborda a questão da arquitetura passiva e dos edifícios inteligentes e do papel da luz natural como elemento para obtenção de soluções mais racionais, comprometidas com os aspectos ambientais do edifício. Segundo o autor, “a competência no uso da iluminação natural registra, na cultura dos arquitetos, uma difusão limitada, devido a duas atitudes projetuais: uma é o abuso das superfícies transparentes nas fachadas, a outra é delegar à luminotécnica a responsabilidade pelo conforto

luminoso”⁶. Neste sentido, o autor propõe-se a apresentar projetos arquitetônicos com bom uso da luz natural, do ponto de vista “do aspecto criativo e da pesquisa projetual mais original ligada ao controle da luz natural, levando em conta o fato que toda arquitetura deve ser avaliada em relação ao seu contexto climático e ambiental.” Prioriza-se então a análise de projetos exemplares do ponto de vista ambiental relacionado à luz natural, apresentando aspectos técnicos de diversas tipologias, como museus, residências, escritórios, etc, de arquitetos como Thomas Herzog, Jean Nouvel e Renzo Piano. A apresentação, no entanto, limita-se a evidenciar aspectos gerais do projeto, e alguns detalhes de componentes, sem descrever o contexto climático local e os requisitos ambientais locais.

Fontoynt (1999) apresenta 60 estudos de caso propostos pelos participantes do programa “Daylight Europe”, apoiado pela Comunidade Européia. O espírito do trabalho “foi o de oferecer, de maneira tão objetiva quanto possível, uma análise da qualidade da luz natural dos edifícios estudados.” Para isto, foram feitas medições *in loco*, seguindo procedimentos padronizados, que fornecem dados importantes para projetistas e pesquisadores em luz natural. O estudo mostra o potencial das técnicas de iluminação natural para melhorar a qualidade ambiental e a eficiência energética, beneficiando usuários e proprietários. Os edifícios foram selecionados por suas interessantes características com relação à luz natural, privilegiando as configurações usuais, evitando-se soluções mais elaboradas e complexas ou não convencionais. Os exemplos incluem tipologias diversas, como galerias, aeroportos, igrejas, museus, escritórios, edifícios escolares, bibliotecas, residências e outros. Todos os projetos apresentados fornecem informações do clima local, arquiteto, época de construção, plantas, cortes e imagens do edifício, e dados coletados no local, como iluminâncias, luminâncias, fator de luz diurna, refletâncias dos materiais, etc. A análise é descritiva e bastante completa, e

evidencia aspectos positivos e negativos dos projetos, com uma prevalência de bons exemplos. Considera-se, porém, que os exemplos elencados apresentam em sua maioria soluções adequadas para países de clima frio ou temperado, podendo, portanto, criar interpretações equivocadas quando apresentadas em contexto de clima tropical, como o brasileiro. Há necessidade, portanto, de criar um banco de dados de referência, evidenciando bons exemplos apropriados a climas tropicais.

A análise de projetos exemplares aqui proposta utiliza o Diagrama Morfológico para leitura e análise de casos, selecionados no contexto brasileiro. Sabendo que o uso da luz natural tem conseqüências diretas na climatização, eficiência energética dos ambientes, é importante que os exemplos selecionados sejam apropriados aos climas locais, e que o instrumento para análise permita a rápida leitura e identificação dos aspectos relacionados à luz natural e suas conseqüências, permitindo uma análise crítica. A grande vantagem deste instrumento é o processo analítico estruturado, em uma seqüência que parte da maior complexidade (o Espaço Urbano), passando pela Edificação e chegando ao espaço considerado Ambiente Interno (que pode ser um único cômodo do edifício, ou cômodos representativos do edifício, que servem para caracterizá-lo). O preenchimento inicia-se colocando dados básicos da edificação, como tipologia, localização (cidade, latitude, longitude, altitude), data de construção, arquiteto. Seguem-se dados sobre o clima local (pequena descrição elencando a classificação do clima, temperaturas – média anual e médias mínimas e máximas – radiação solar, ventos, chuvas, etc), e a carta solar local (AMORIM, 2007). A seguir uma planta mostrando a implantação do edifício ou foto aérea mostrando a inserção da edificação no contexto urbano. Seguem-se informações sobre os demais níveis (Edifício e Ambiente Interno), ilustradas com plantas, cortes, fotografias, evidenciando os aspectos de análise ⁷ que se deseja destacar.

No caso de avaliação de um projeto, é útil

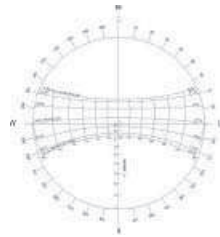
marcar em fundo de cor diferenciada (cinza ou amarela) os aspectos que são percebidos como pontos a serem “otimizados” no projeto ou no edifício existente, (quanto ao desempenho da luz natural, térmico, sonoro ou de eficiência energética). A marcação em cor diferenciada permite uma leitura rápida dos pontos a serem otimizados. É importante lembrar que as avaliações efetuadas baseiam-se no conhecimento das estratégias de projeto adequadas ao clima local; as primeiras informações preenchidas no Diagrama referem-se ao clima da localidade, percurso solar, etc, e isto será a base para avaliação das soluções projetuais. A mesma solução projetual para uso da luz natural pode ser adequada em clima temperado, mas considerada inadequada quando utilizada

em clima tropical. De maneira geral, o Diagrama deve ser empregado para análise e catalogação de projetos exemplares na utilização da luz natural e na adequação ao contexto climático.

Selecionou-se alguns edifícios situados em diversas localidades⁸, com contextos climáticos e tipologias diversas, com o intuito de apresentar obras de vários arquitetos no contexto brasileiro. As informações sobre as edificações foram coletadas com visitas *in loco*, e em alguns casos houve a possibilidade de medições de iluminância e a realização de simulação computacional para verificar o comportamento da iluminação natural⁹. Ressalta-se que é desejável incluir estes aspectos de forma mais precisa, para referenciar melhor a análise.

2.1 Projeto I – EDIFÍCIO RESIDENCIAL EM RECIFE¹⁰ - Edf. Villa Mariana

Informações da edificação



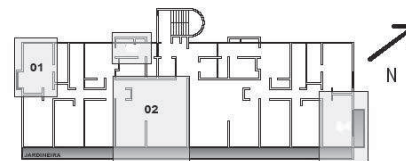
Clima
 Tipo: Quente úmido e intertropical
 Temperatura média anual: 25,5°C
 Média mensal (máxima): 29,2°C
 Média mensal (mínima): 21,1°C
 Insolação anual: 2463,9 hs



Edificação: Edf. Villa Mariana.
 Tipologia: Edifício Residencial Multifamiliar.
 Localização: Bairro de Parnamirim - Recife-PE.
 Latitude*: 08°01'Sul
 Longitude*: 34°60'Oeste
 Altitude*: 06,9m
 Arquiteto: Wandenkolk Walter Tinoco
 Data: 1976

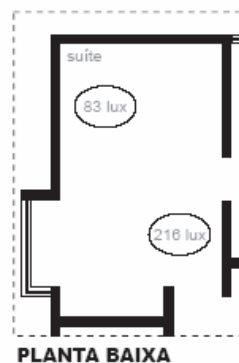


NÍVEL	PARÂMETROS	VARIÁVEIS
I Espaço Urbano	A Desenho urbano	A1 Pequenos quarteirões irregulares
	B Refletância das fachadas	B1 Alta
	C Especularidade das fachadas	C3 Baixa
	D Ângulo máximo de incidência do sol na fachada do edifício	D1 Menor que 30° D4 90°
II Edifício	E Planta baixa e forma	E3 Blocos unilaterais/bilaterais
	F Taxa de aberturas para o exterior	F1 Até 25% de aberturas F2 Entre 25% e 50%
	G Distribuição das aberturas	G2 Fachadas não uniformes c/ relação à orientação solar
	H Proteções solares nas fachadas	H1 Pórticos e varandas H6 Vegetação e varandas
	I Aberturas zenitais	I6 Não há
	J Mecanismos de ventilação natural	J2 Cruzada adjacente

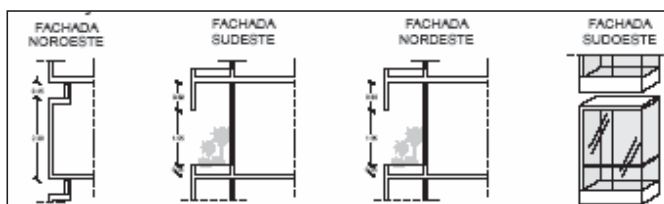


Ambiente 1 – Suíte

III Ambiente Interno	L Planta baixa	L1 Unilateral	
	M Posição do coletor de luz	M3 Entre planos	
	N Área do coletor e difusor de luz	N3 Abertura Lateral de 15 a 30%	
	O Forma do coletor de luz	O1 Janela intermediária	
	P Controle de entrada de luz	P7 Outros (não há)	
	Q Controle de ventilação natural	Q1 Janela de correr	
	R Controle e integração de iluminação artificial	R1 ON/OFF	



PLANTA BAIXA



Proteções solares nas fachadas



Ambiente 2 – Sala (fachada SE)

Ambiente 2 – Sala

III Ambiente Interno	L Planta baixa	L3 Ambiente profundo	
	M Posição do coletor de luz	M5 Parede aberta	
	N Área do coletor de luz	N3 Abertura Lateral de 15% a 30%	
	O Forma do coletor de luz	O4 Cortina de vidro	
	P Controle de entrada de luz	P7 Outros (varanda e vegetação)	
	Q Controle de ventilação natural	Q1 Janela de correr	
	R Controle e integração de iluminação artificial	R2 ON/OFF manual	



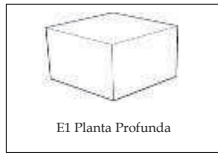
Varanda adjacente à sala

Breve análise¹¹: O edifício conta com tratamento diferenciado das fachadas segundo a orientação, com elementos de controle e proteção solar como varandas e vegetação. Alguns ambientes, no entanto, não

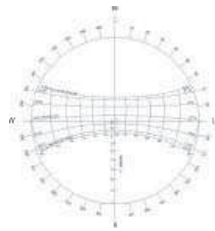
possuem nenhuma proteção, ou apresentam problemas como a excessiva profundidade ou somente uma abertura para luz natural, o que causa pouca uniformidade.

2.2 Projeto II: RESIDÊNCIA EM JOÃO PESSOA¹² - Casa Gilson Guedes

Informações da edificação



E1 Planta Profunda



Carta solar local

Clima

Tipo: Quente úmido e intertropical
 Temperatura média anual: 26,6 C
 Média mensal (máxima): 29° C
 Média mensal (mínima): 22° C
 Insolação anual: 2591 hs



Localção do edifício
 Fonte: SEPLAN

Edificação: Residência Gilson Guedes Filho
 Tipologia: Residência Unifamiliar
 Localização: João Pessoa - PB
 Latitude: 7°6'57" S
 Longitude: 34°53'144" W
 Altitude: 0m
 Arquiteto: Gilberto Guedes
 Data: abril/1997



Vista externa
 Fonte: www.artestudiorevista.com.br

NÍVEL	PARÂMETROS	VARIÁVEIS
I Espaço Urbano	A Desenho urbano	A5 Fachadas principais orientadas para norte/sul
	B Refletância das fachadas	B3 baixa
	C Especificidade das fachadas	C3 baixa
	D Ângulo máximo de incidência do sol na fachada do edifício	D6 ângulo de 90°
II Edifício	E Planta baixa	E1 Planta Profunda
	F Taxa de aberturas para o exterior	F3 Entre 50% e 75% de aberturas
	G Distribuição das aberturas	G2 fachadas não uniformes com relação à orientação solar
	H Proteções solares nas fachadas	H4 Marquises, H4 Beirais, H5 Pergolados
	I Aberturas zenitais	Não há
J Mecanismos de ventilação natural	J3 Efeito chaminé, J1 Ventilação cruzada 	



Planta da edificação com os ambientes analisados
 Fonte: Gilberto Guedes Arquitetos Associados



Vista externa da residência com marquise
 Fonte: www.artestudiorevista.com.br

Ambiente A - Suíte Hóspedes

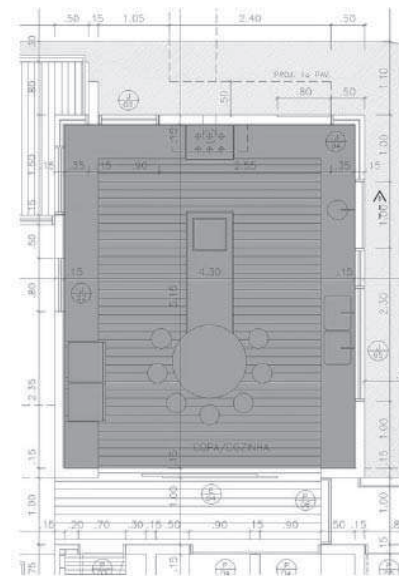
II Ambiente Interno	K planta baixa	K1 Unilateral	
	L posição do coletor de luz	L4 Ao longo do canto entre planos	
	M área do coletor e difusor de luz	M3 Abertura lateral acima de 30%	
	N forma do coletor de luz	N1 janela intermediária	
	O controladores de entrada de luz	O6 Outros	
	P ventilação natural - controle	P2 Janela máximo ar ou basculante Aberturas com lamelas	
Q iluminação artificial-controle e integração	Q1 ON/OFF		



Vista externa da suíte hóspedes
Fonte: www.artestudiorevista.com.br

Ambiente B - Cozinha

II Ambiente Interno	K Planta baixa	K2 Bilateral	
	L Posição do coletor de luz	L1 Centro do plano lateral L3 Entre planos	
	M Dimensão do coletor de luz	M2 Abertura lateral de 15% a 30%	
	N Forma do coletor de luz	N2 Janela horizontal	
	O Controle de entrada de luz	P4 Brises P5 Cobogós	
	P Controle da ventilação natural	P2 Janela máximo ar ou basculante P4 Aberturas com lamelas	
Q Controle e integração da iluminação artificial	Q1 ON/OFF		



Planta do ambiente B - cozinha
Fonte: Gilberto Guedes Arquitetos Associados

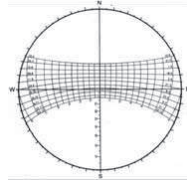
Breve análise: A construção apresenta engenhosas soluções de controle solar diferenciado por fachada, permitindo também a ventilação natural, recurso extremamente importante no clima local. Nesta análise, segundo a interpretação do grupo, não há pontos passíveis de otimização do projeto.



Vista interna da cozinha
Fonte: www.artestudiorevista.com.br

2.3 Projeto III: BIBLIOTECA UFS - ARACAJU¹³

Informações da edificação



Clima

Tipo. Tropical Úmido, com predominância de ventos E, NE e SE.
 Temperatura média anual: 25,5° C
 Média mensal (máxima): 26,9° C
 Média mensal (mínima): 23,7° C
 Insolação anual: 2721 hs



Localção da BICEN
 Fonte: Prefeitura do Campus UFS

Edificação: BICEN - Biblioteca Central Geral da Universidade Federal de Sergipe
 Tipologia: Biblioteca
 Localização: Município de São Cristóvão
 Latitude: 10°16'30" S
 Longitude: 37°01'30" W
 Altitude: 2,00m
 Arquiteto: Escritório Central de Projetos, sediado em SP
 Data: 1978

I Espaço Urbano	A Desenho urbano	A10 Bloco isolado
	B Refletância das fachadas	B3 Baixa
	C Especificidade das fachadas	C3 Baixa
	D Ângulo máximo de incidência do sol na fachada	D5 Outros
II Edifício	E Planta baixa	E2 Edifício térreo comercial / fábrica
	F Taxa de aberturas para o exterior	F2 Entre 25% e 50% de aberturas
	G Distribuição das aberturas	G2 Fachadas não uniformes com relação à orientação solar
	H Proteções solares nas fachadas	H7 Brise-soleil com marquise e pergolado
	I Aberturas zenitais	I3 sheds
	J Mecanismos de ventilação Natural	J4 Abertura única, J3, cruzada, J2 chaminé









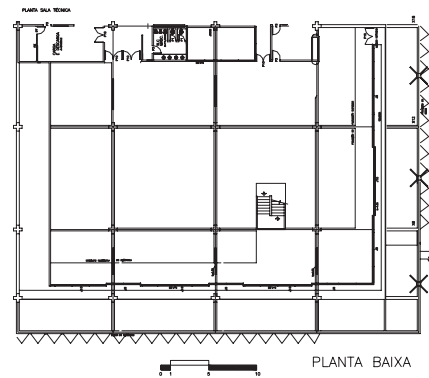
Vista externa fachadas Norte e Oeste



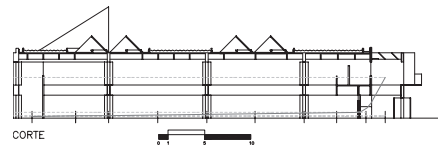
Brises, marquises e pergolados

Ambiente - Sala de Coleção Geral com Sala de Leitura - térreo

III Ambiente Interno	L Planta baixa	L2 Bilateral 
	M Posição do coletor de luz	M2 Centro plano zenital, M4 Ao longo do canto entre planos e M5 Parede aberta 
	N Área do coletor de luz	N3 Abertura lateral acima de 30% e N4 Abertura zenital de até 15% 
	O Forma do coletor de luz	O2 janela horizontal e O5 Abertura zenital 
	P Controle de entrada de luz	P2 Persianas/brises 
	Q Controle da ventilação natural	Q4 Abertura com lamelas e Q3 Janela pivotante 
R Controle e integração de iluminação artificial	R1 On/off	



Planta baixa da edificação



Corte da edificação



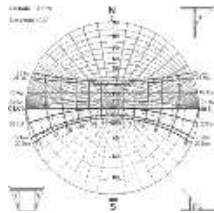
Vistas internas: iluminação natural e artificial

Breve análise: O projeto do edifício apresenta interessantes recursos para iluminação e ventilação naturais, como pátio interno, sheds, brises e pergolados para controle solar. No entanto, problemas relativos à

manutenção e modificação das esquadrias originais não permitem o uso da ventilação natural e reduzem significativamente a quantidade de luz natural no interior da edificação.

2.4 Projeto IV: EDIFÍCIO PÚBLICO DE ESCRITÓRIOS - ARACAJU¹⁴ - Edf. FUNASA

Informações da edificação



Clima

Tipo: Litorâneo úmido ou tropical quente úmido
 Temperatura média anual 26 C
 Média mensal (máxima): 28.4° C
 Média mensal (mínima): 23.2° C
 Insolação anual: 2721 hor.
 Fonte: Ministério da Agricultura e Reforma Agrária/ Secretaria Nacional de Irrigação



Localção do edifício

Edificação: FUNASA - Fundação Nacional da Saúde Regional de Sergipe
 Tipologia: Edifício público
 Localização: Aracaju/SE
 Latitude: 10°56'36" S
 Longitude: 37°03'45"
 Altitude: 4m
 Arquiteto: Alexandre Oliveira
 Data: 1986

NÍVEL	PARAMETROS	VARIÁVEIS
I Espaço Urbano	A Desenho urbano	A10 Bloco isolado
	B Refletância das fachadas	B2 Média
	C Especularidade das fachadas	C1 Alta
	D Ângulo máximo de incidência do sol na fachada	D4 Ângulo de 90°
II Edifício	E Planta baixa	E4 Edifício com átrio
	F Taxa de aberturas para o exterior	F3 Entre 50% e 75% de aberturas
	G Distribuição das aberturas	G1 Fachadas uniformes
	H Proteções solares nas fachadas	H2 Brise-soleil, H3 cobogós e H5 pergolados
	I Aberturas zenitais	I4 Cobertura translúcida
	J Mecanismos de ventilação natural	J3, cruzada, J2 Chaminé







Vista do edifício FUNASA



Vista do edifício FUNASA

Auditório

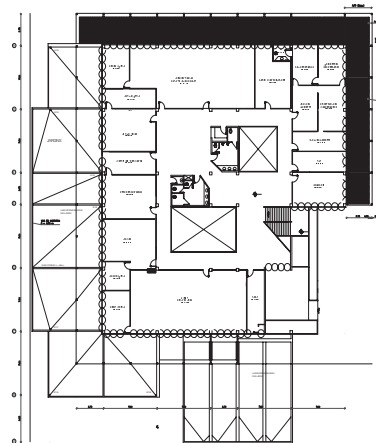
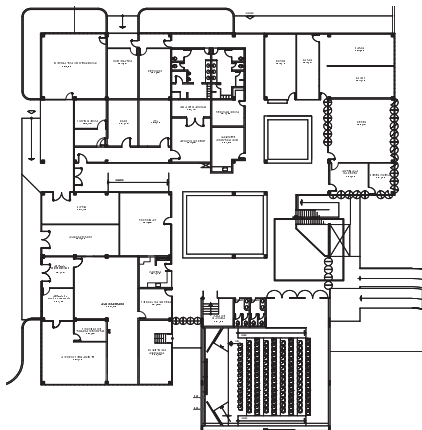
III Ambiente Interno	L Planta baixa	L3 Ambiente profundo 
	M Posição do coletor de luz	M4 Ao longo do canto entre planos 
	N Área do coletor de luz	N4 Abertura zenital até 15% 
	O Forma do coletor de luz	O5 Abertura zenital 
	P Controle de entrada de luz	P7 outros
	Q Controle da ventilação natural	Não há
	R Controle e integração da iluminação artificial	R1 On/off



Vista interna



Vista das luminárias



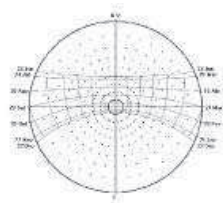
Planta baixa do primeiro e segundo pavimento

Breve análise: O projeto do edifício conta com átrio para iluminação e ventilação naturais, ventilação cruzada nos escritórios, além de engenhosos recursos de iluminação zenital. No entanto, constatou-se a alterações no projeto original, como o fechamento das

janelas e emprego de recursos de condicionamento artificial, além de problemas de manutenção, que prejudicam o bom desempenho das soluções para iluminação natural.

2.5 Projeto V: EDIFÍCIO UNIVERSITÁRIO - BRASÍLIA¹⁵ - Faculdade de Estudos Sociais Aplicados - UnB

Informações da edificação



Carta solar local

Clima

Tropical de altitude -
Verões quentes e úmidos e invernos secos
Temperatura média anual: 21°C
Média mensal (máxima): 27°C
Média mensal (mínima): 15,4°C
Insolação anual: 2364 hs
Ventos: Predominância anual Leste; verão



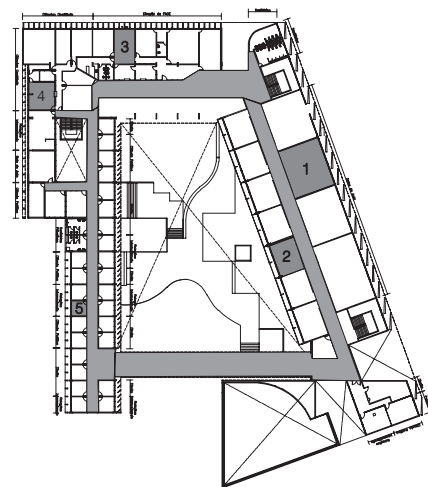
Vista aérea do edifício
Fonte: Google

Edificação: FA - Faculdade de Estudos Sociais Aplicados
Tipologia: Edifício de salas de aula
Localização: Brasília, Brasil
Endereço: Campus Universitário Darcy Ribeiro
Latitude: 15,79° S
Longitude: 47,88° O
Altitude: 1113m
Arquiteto: Mateus Gorovitz



Vista externa do edifício (fachada sul)

NÍVEL	PARÂMETROS	VARIÁVEIS
I Espaço Urbano	A Desenho urbano	A5 Fachadas principais orientadas para Norte/Sul
	B Refletância das fachadas	B3 Baixa
	C Especularidade das fachadas	C3 Baixa
	D Ângulo máximo de incidência do sol na fachada do edifício	D6 Ângulo de 90°
II Edifício	E Planta baixa e forma	E4 Edifício com Pátio Interno ou Átrio
	F Taxa de aberturas para o exterior	F4 Mais de 75% de aberturas
	G Distribuição das aberturas	G2 Fachadas não uniformes com relação à orientação solar
	H Proteções solares nas fachadas	H2 Brise-soleil
	I Aberturas zenitais	I6 Não há
	J Mecanismos de ventilação natural	J1 Cruzada adjacente



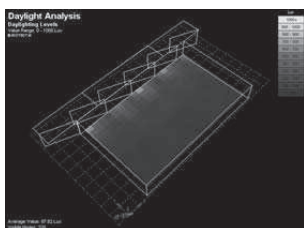
Planta Baixa do edifício com os ambientes selecionados para análise



Ambiente 1 – Sala de Aula



Sala de Aula



Simulação da iluminação natural (software ECOTECH)

III Ambiente Interno	L Planta baixa	L2 Unilateral	
	M Posição do coletor de luz	M5 Parede aberta	
	N Área do coletor e difusor de luz	N3 Abertura Lateral	
		acima de 30%	
	O Forma do coletor de luz	O2 Cortina de vidro	
	P Controle da entrada de luz	P3 Beirais ou toldos	
		P6 Brises	
Q Controle da ventilação natural	Q1 Janela de correr		
R Controle e integração da iluminação artificial	R1 ON/OFF		

Ambiente 2 – Secretaria



Fachada Nordeste com brises mistos



Secretaria – somente luz natural

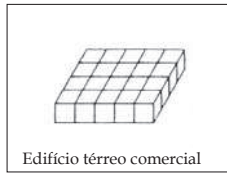
III Ambiente Interno	L Planta baixa	L2 Unilateral	
	M Posição do coletor de luz	M5 Parede aberta	
	N Área do coletor de luz	N3 Abertura Lateral	
		acima de 30%	
	O Forma do coletor de luz	O2 Cortina de vidro	
	P Controle de entrada de luz	P3 Beirais ou toldos	
		P6 Brises	
Q Controle da ventilação natural	Q1 Janela de correr		
R Controle e integração da iluminação artificial	R1 ON/OFF		

Breve análise: O projeto original contempla de maneira exemplar o uso da luz natural, utilizando um pátio interno e fachadas com tratamento diferenciado para controle solar, segundo sua orientação. No entanto, devido

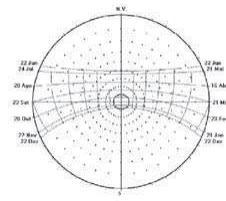
ao excesso de vegetação externa, obstruindo a vista do céu, e também devido ao escurecimento do concreto empregado nos brises externos, fazem com que a luz natural seja insuficiente internamente.

2.6 Projeto VI: SUPERMERCADO - BRASÍLIA¹⁶ - Extra

Informações da edificação



Edifício térreo comercial



Carta solar local

Edificação: Supermercado Extra
 Tipologia: Edifício comercial - supermercado
 Localização: Brasília
 Latitude: 15°52 S
 Longitude: 48° O
 Altitude: 1060m
 Arquiteto: Extra Supermercados
 Data: 2001

Clima

Tropical de altitude - Verões quentes e úmidos e invernos secos.
 Temperatura média anual: 21° C
 Média mensal (máxima): 27° C
 Média mensal (mínima): 15,4° C
 Insolação anual: 2364 hs
 Ventos: Predominância anual Leste; verão Noroeste

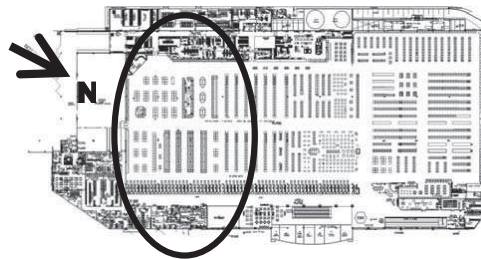


Localização do edifício
 Fonte: Google

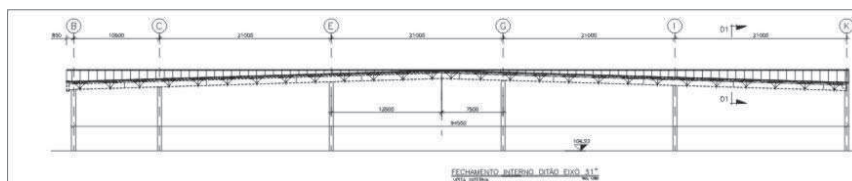


Supermercado -fachada frontal

NÍVEL	PARAMETROS	VARIÁVEIS
I Espaço Urbano	A Desenho urbano	A10 torre isolada
	B Refletância das fachadas	B4 outros
	C Especificidade das fachadas	C4 outros
	D Ângulo máximo de incidência do sol na base do edifício	D6 angulo de 90°
II Edifício	E Planta baixa e forma	E2 edifício térreo comercial
	F Taxa de aberturas nas fachadas	F2 Entre 25% e 50% de aberturas
	G Distribuição das aberturas nas fachadas	G3 fachadas não uniformes - com relação ao espaço urbano
	H Proteções solares nas fachadas	H6 não há
	I Aberturas zenitais	I4 teto translúcido
	J Mecanismos de ventilação natural	J4 não há

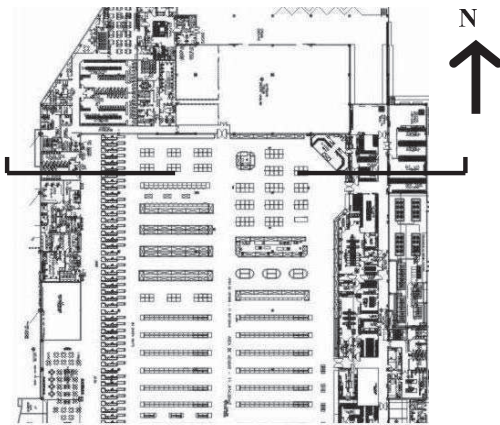


Planta do Supermercado com ambiente estudado



Corte AA -Supermercado - praça de alimentação e área de gôndolas

Ambiente - Praça de Alimentação e área de gôndolas



Planta baixa da praça de alimentação

III Ambiente Interno	L Planta baixa	L3 ambiente profundo
	M Posição do coletor de luz	M2 centro do plano zenital M5 parede aberta
	N Área do coletor de luz	N3 lateral acima de 30%, N6 zenital acima de 30%
	O Forma do coletor de luz	O4 cortina de vidro O5 abertura zenital
	P Controle de entrada de luz	P6 (Não há)
	Q Controle da ventilação natural	Q7 Outros (não há)
	R Controle e integração de iluminação artificial	P1 on/off



Vista das gôndolas (somente iluminação natural - média 1500 lux a 75 cm de altura)



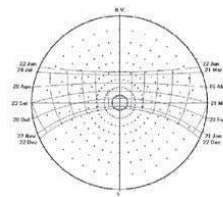
Vista da praça de alimentação

Breve análise: Este supermercado incluiu iluminação zenital distribuída uniformemente, proporcionando uma excelente iluminância, o que garante economia energética na maior parte do dia (o ambiente permanece com as luzes artificiais

apagadas de 10 às 17 hs). No entanto, a grande área envidraçada na fachada Nordeste cria problemas de ofuscamento e desconforto térmico por calor durante boa parte da manhã, sendo portanto, um ponto passível de otimização.

2.7 PROJETO VII: TERMINAL DE PASSAGEIROS DO AEROPORTO DE BRASÍLIA¹⁷

Informações da edificação



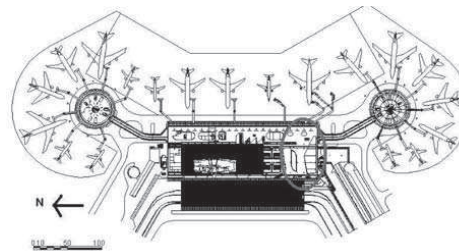
Clima

Tropical de altitude - Verões quentes e úmidos e invernos secos.
 Temperatura média anual: 21° C
 Média mensal (máxima): 27° C
 Média mensal (mínima): 15,4° C
 Insolação anual: 2364 hs
 Ventos: Predominância anual Leste; verão Noroeste

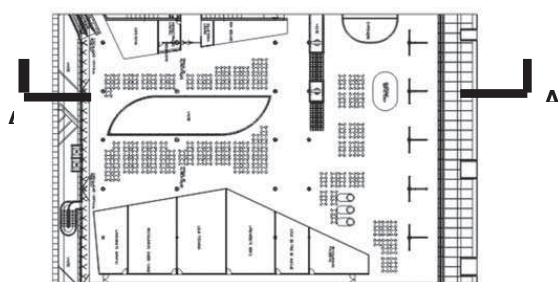


Edificação: Terminal de Passageiros do Aeroporto de Brasília (Reforma)
 Tipologia: Aeroporto
 Localização: Brasília
 Latitude: 15°52 S
 Longitude: 48° O
 Altitude: 1060m
 Arquiteto: Sérgio Roberto Parada
 Data: 2001

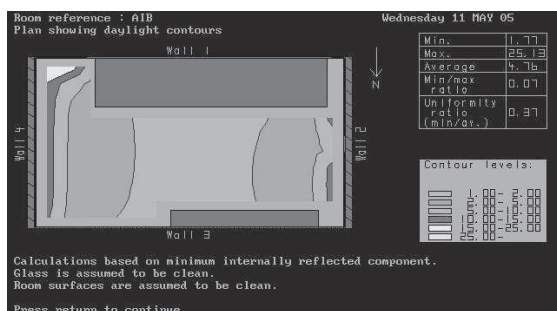
NÍVEL	PARAMETROS	VARIÁVEIS
I Espaço Urbano	A Desenho urbano	
	B Refletância das fachadas	A 10 torre isolada B4 outros
	C Especularidade das fachadas	C4 outros
	D Ângulo máximo de incidência do sol na base do edifício	D6 ângulo de 90°
II Edifício	E Planta baixa e forma	E4 pátio interno
	F Taxa de aberturas nas fachadas	F2 entre 25 e 50% de aberturas
	G Distribuição das aberturas nas fachadas	G3 fachadas não uniformes - com relação ao espaço urbano
	H Proteções solares nas fachadas	H4 beirais
	I Aberturas zenitais	I3 shed
	J Mecanismos de ventilação natural	J1 cruzada J3 efeito chaminé



Ambiente - Praça de Alimentação










Planta baixa da praça de alimentação



Simulação de distribuição de iluminâncias (luz natural) na praça de alimentação (Software Daylight)



Vistas internas da praça de alimentação - iluminação natural e artificial

III Ambiente Interno	L Planta baixa	 L2 bilateral
	M Posição do coletor de luz	M1 plano lateral, M2 centro do plano zenital M5 parede aberta 
	N Área do coletor de luz	N3 lateral acima de 30%, N6 zenital acima de 30% 
	O Forma do coletor de luz	O4 cortina de vidro O5 abertura zenital 
	P Controle de entrada de luz	P3 beirais 
	Q Controle de ventilação natural	Q6 abertura no teto 
	R Controle e integração de iluminação artificial	P1 on/off 

Breve análise: O projeto de reforma do aeroporto de Brasília contemplou de forma exemplar a necessidade de iluminação natural, proporcionando iluminação uniforme durante boa parte do dia. No entanto, o excesso de aberturas para

ventilação causou problemas de conforto térmico (desconforto por frio em alguns períodos), acústico e qualidade do ar interno, pontos assinalados no diagrama Morfológico, passíveis de otimização.

3. DIAGRAMA MORFOLÓGICO: USO NO PROCESSO DE PROJETO

O projeto de novos edifícios ou a reabilitação de edifícios existentes oferecem muitas oportunidades para melhorar o desempenho da iluminação natural e da qualidade ambiental: inúmeras intervenções são possíveis, como a remodelação das fachadas com inserção de componentes para melhor captação e distribuição da luz e internamente, como a instalação de sistemas automáticos de controle da iluminação artificial, além de outras estratégias. Para tal, é necessário que o projetista esteja consciente das diversas interrelações de suas escolhas projetuais.

Dentro da perspectiva de um projeto ambiental, segundo Vianna e Gonçalves (2001, p.69), as fases de estudo preliminar e ante-projeto são aquelas onde “a determinação de critérios conceituais/qualitativos faz-se fundamental.” O projeto executivo, por outro lado, preocupa-se mais com a verificação quantitativa destes mesmos conceitos, com o objetivo maior do “aperfeiçoamento das decisões tomadas no início do projeto, através da aplicação de alguns métodos de avaliação mais precisos. “ Desta maneira, instrumentos que possam auxiliar nos estágios iniciais de projeto são bastante desejáveis; o Diagrama pode ser utilizado na fase de anteprojecto, por exemplo, para checar as soluções já adotadas e os possíveis problemas); posteriormente, pode-se aplicar novamente o Diagrama na fase de projeto executivo, quando já há mais detalhes, e verificar novamente os possíveis pontos passíveis de otimização.

No caso de reabilitação de edifícios existentes, o Diagrama Morfológico pode ser utilizado para a fase de análise e diagnóstico, auxiliando a identificar os pontos problemáticos e a possível solução otimizada do espaço existente.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O contexto atual de exigências ambientais no projeto arquitetônico é um processo crescente. Neste sentido, o papel da luz natural como critério de projeto para maior

qualidade ambiental (entendida como conforto ambiental e eficiência energética) é crucial. Neste sentido, o Diagrama Morfológico é proposto como instrumento para análise e auxílio na concepção de projetos, levando em consideração os aspectos e as interrelações entre o espaço urbano, edifício e ambiente interno com a luz natural e suas consequências ambientais. A proposta é que o Diagrama seja utilizado tanto para análise de edifícios considerados exemplares do ponto de vista da luz natural, quanto para auxílio no processo de projeto, nas fases iniciais e finais do projeto.

Os projetos exemplares apresentados aqui evidenciam o uso do diagrama e mostram soluções de projeto interessantes para aplicação em climas semelhantes. A maioria dos projetos evidenciou pontos positivos e também pontos passíveis de serem otimizados, que ficam claros a partir do preenchimento do Diagrama.

Para posterior avaliação da eficiência do instrumento, será feita uma análise sistematizada através da aplicação de questionários, elaborados no intuito de avaliar a percepção do projetista ou estudante com relação à utilidade do Diagrama Morfológico em seu percurso formativo e profissional.

Uma possível evolução deste instrumento poderá relacionar e criar escalas de valores, tentando relacionar o uso de determinadas estratégias ou soluções de projeto como sendo mais adequadas segundo o tipo de clima. Desta maneira, poder-se-ia criar uma escala de valores que daria indicações ainda mais precisas aos projetistas quanto ao acerto das soluções propostas para determinado contexto.

Assim, espera-se que o instrumento possa contribuir para a criação de repertório de projeto, além de apoiar o processo projetual, auxiliando no desenvolvimento do senso crítico com relação ao uso da luz natural, a qualidade ambiental e sustentabilidade dos projetos.

5. REFERÊNCIAS

AMORIM, C. N. D. Recursos Físicos para Luz Natural. Apostila da disciplina do curso Projetos Luminotécnicos - Lighting Design. Universidade Castelo Branco, Rio de Janeiro, 2006.

AMORIM, C. N. D. Illuminazione Naturale, Comfort Visivo ed Efficienza Energetica in Edifici Commerciali: Proposte Progettuali e Tecnologiche in contesto di clima Tropicale. 2001. Tese de Doutorado. Università degli Studi di Roma "La Sapienza" (desenvolvida no Politecnico di Milano), 2001.

AMORIM, C. N. D. Diagrama Morfológico: instrumento de análise e projeto ambiental com uso de luz natural. Revista Paranoá. n° 3. Brasília, 2007.

BAKER, N. & STEEMERS, K. Daylight design of buildings. London: James and James Editors, 1998.

BAKER, N.; FANCHIOTTI, A.; STEEMERS, Koen. Daylighting in architecture: A European Reference Book. Londres: James and James Editors, 1993.

CADEMARTORI, Eduardo. Diagrama Morfológico. Relatório Final de Pesquisa de Iniciação Científica. PROCEL/ELETOBRÁS. Universidade de Brasília, 2006.

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

FONTOYNONT, M.(Ed.). Daylighting performance in buildings. London: James and James, 1998.

LAM, W. Sunlighting as a formgiver for architecture. New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1986.

MOORE, F. Concept and practice of architectural daylighting. New York : Van Nostrand Reinhold Company, 1985.

OLIVEIRA, Paulo Marcos. O céu estrelado ou firmamento: uma ambiência luminosa de referência. Cadernos Eletrônicos da Pós, FAU-UnB, 2000.

SERRA, R. F. & COCH, H. R. Architectura

y energia natural. Barcelona: Edicions UPC. 1991.

ROBBINS, C. Daylighting. Design and analyses. New York : Van Nostrand Reinhold C, 1986.

ROGORA, A. Luce naturale e progetto. Rimini: Maggioli Editori, 1997.

TORRICELLI, M.C; SALA, M.; SECCHI, S. La luce del giorno. Tecnologie e strumenti per la progettazione. Firenze: Alinea Editrice, 1996.

VIANNA, Nelson Solano e GONÇALVES, Joana Carla Soares. Iluminação e arquitetura. São Paulo: Geros S/C Ltda, 2001.

Agradecimentos:

Ao CNPq, pelos financiamentos para esta pesquisa através do programa CT-Energ e Edital Universal e ao PROCEL, através de bolsa para aluno de Iniciação Científica.

NOTAS

¹ Fonte: AMORIM, 2007

² Rogora, Alessandro. Luce Naturale e Progetto. Maggioli editori, Milano, 1997. p.16. Tradução livre da autora.

³ Rogora, A. Op. Cit. p.16. Tradução livre da autora.

⁴ Entende-se aqui por conseqüências ambientais relacionadas à luz natural principalmente o desempenho térmico e a eficiência energética do edifício; além disso, considera-se que um edifício que utiliza luz natural proporciona maior qualidade ambiental a seus usuários. A este respeito ver Amorim (2007).

⁵ Torricelli et al. "La Luce del giorno. Tecnologie e strumenti per la progettazione." Alinea Editrice, 1996. p. 6. Tradução livre da autora.

⁶ Torricelli et al, Op. Cit. p. 39. Tradução livre da autora.

⁷ É importante lembrar que os desenhos (plantas, cortes, fachadas, detalhes) e fotos devem ilustrar os aspectos que se deseja evidenciar no projeto, positivos ou negativos. De preferência, ilustrar os aspectos positivos para que estes auxiliem na criação de um repertório adequado.

⁸ O Diagrama Morfológico foi utilizado como instrumento de análise de edifícios, no âmbito do Curso Especialização Lato Sensu em "Projetos Luminotécnicos - Lighting Design" da Universidade Castelo Branco-RJ (turmas de Salvador, João Pessoa, Aracaju, Uberlândia, Vitória e Goiânia),

na disciplina de “Conforto Ambiental Luminoso” do curso de graduação e na disciplina “Estudos Especiais em Tecnologia” da pós graduação, na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, durante o período entre 08/2005 e 12/2006. Mais de 200 alunos no total já utilizaram o Diagrama, aparentemente com bons resultados. Dentre os exercícios apresentados pelos alunos, selecionaram-se os edifícios de melhor desempenho, caracterizando projetos exemplares.

⁹ Ressalta-se que estas informações são importantes para caracterizar o comportamento luminoso de um ambiente, e portanto, é desejável que sejam incluídas no Diagrama Morfológico.

¹⁰ Diagrama elaborado por Letícia Villela de Andrade e Débora Valença a partir do trabalho de Beatriz Esteves, Elisana Dantas, Leila D’Angela e Márcia Chamixaes, do curso Projetos Luminotécnicos da Universidade Castelo Branco (2006) – turma de João Pessoa.

¹¹ As análises dos projetos foram elaboradas pela autora, com base nas informações do Diagrama Morfológico.

¹² Diagrama elaborado por Letícia Villela de Andrade e Débora Valença a partir do trabalho de Herlange Chaves, Marcela Fernandes Sarmiento, Priscila Fialho e Rui Rocha do curso Projetos Luminotécnicos da Universidade Castelo Branco (2006) – turma de João Pessoa.

¹³ Diagrama elaborado por Letícia Villela de Andrade e Débora Valença a partir do trabalho por Agripino da Silva Costa Neto, Josinaide Silva Martins Maciel e Maria Conceição Prado Machado do curso Projetos Luminotécnicos da Universidade Castelo Branco (2006) – turma de Aracaju.

¹⁴ Diagrama elaborado por Letícia Villela de Andrade e Débora Valença a partir do trabalho de Antônio Fernando Freire Cabral, Cristiana Pereira Cardoso de Oliveira, Leila Maria Duarte Leite Alves, Lilia Maria Duarte Santana e Waleska Diniz Santana do curso Projetos Luminotécnicos da Universidade Castelo Branco (2006) – turma de Aracaju.

¹⁵ Diagrama elaborado por Letícia Villela de Andrade e Débora Valença a partir dos trabalhos de Andrea Galves, Diego Conrado, João Augusto, Helder Renan, Tássia Latorraca, Ana Cecília Santos, Bruna Andrighetti, Rachel Paschoalin e Rafael Resende, da disciplina de Conforto Luminoso (02/2006) do curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília.

¹⁶ Diagrama elaborado pela autora, com base nos levantamentos dos alunos Tarcísio de Araújo Lins, Roberto Guedes, Hyparshia Arantes Celestino, de Iniciação Científica (2005) do curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília.

¹⁷ Diagrama elaborado pela autora, a partir de informações coletadas por Thais Borges Sanches

Lima, Renata Brendolan e Marília Alves Teixeira, alunas da disciplina Estudos Especiais em Tecnologia (02/2005), do curso de mestrado em Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília.