

AS REFLEXÕES INTERNAS DA LUZ NATURAL – A RELAÇÃO ENTRE MODELOS TEÓRICOS E EDIFICAÇÕES CONSTRUÍDAS

Raphaela W. Foseca (1); Fernando O. R. Pereira(1)

(1) Departamento de Arquitetura e Urbanismo – LABCON - Laboratório de Conforto Ambiental – Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil – e-mail: feco@arq.ufsc.br

RESUMO

Bons projetos caracterizam-se pela utilização de tecnologias eficientes e pelo uso de formas passivas de utilização de energias renováveis. Quando considerada na fase de anteprojeto, a iluminação natural ainda pode representar um sistema praticamente sem custos adicionais à edificação. Entretanto a dificuldade ao analisar a iluminação natural como um sistema ambiental aponta a necessidade de métodos sistemáticos que descrevam conceitos desta. Contudo para tratar deste fenômeno, faz-se necessário o entendimento das parcelas da luz natural. Em situações onde os valores da luz direta são muito baixos ou nulos, pontos onde não se vê o céu, a parcela de luz refletida internamente pode ser a alternativa. Para otimizar a iluminação indireta no projeto, deve-se definir onde a luz será requisitada, a melhor localização para as superfícies refletoras, e a origem da luz. O presente trabalho aborda a contribuição da iluminação refletida no interior das edificações através de modelos teóricos, com variações geométricas e de refletâncias das superfícies. Compara-se então o resultado obtido nestes modelos com medições realizadas num modelo físico em escala de um edifício real, sob céu artificial de caixa de espelhos. Adotaram-se dois métodos, um método gráfico que visou à compreensão do direcionamento da luz, expressado através do desenho e um analítico abordando a contribuição quantitativa da luz refletida interna para a homogeneidade da iluminação dos ambientes, fundamentada em referenciais estatísticos. O estudo permitiu correlacionar o comportamento da luz refletida com as características físicas do ambiente. A comparação com o edifício real permitiu ressaltar o projeto da luz através do desenho da geometria e manipulação das refletâncias.

Palavras-chave: iluminação natural, luz refletida interna, projeto.

ABSTRACT

Good designs are featured by the use of efficient technology and by the passive way uses of renewable energy. If considered along the design development phase, apart from countless benefits, daylighting might represent a non cost change in the building. Nevertheless, the obstacles to taking daylight as an environmental system are an issue that brings the need of systematic methods which translate its concepts. However, for this phenomenon to be treated appropriately, it is essential to understand the daylight portions. In situations where the direct light values are very low or null, for example, in points where it is not possible to visualize the sky, the internally reflected light might be the answer. But, in order to optimize the indirect illumination in the project, it is prior to judge where the light will be requested, the best location for the reflective surfaces as well as the light source. The present work aims at tackling the internally reflected light contribution inside the buildings through theoretical models with geometric variations and surfaces reflectances. The results obtained in these models are compared with measurements in the scale model of a real building performed under a mirror sky. Two methods were adopted: a graphic method, with the purpose of understanding the directions taken by light through respective drawings and an analytical one, focusing on the internally reflected light component contribution to a well balanced internal environment, based on statistical references. The research made it possible to correlate the internally reflected component with the environment physical features. The comparison with the real building enabled to stress daylighting design through geometric drawings and reflectance's manipulation.

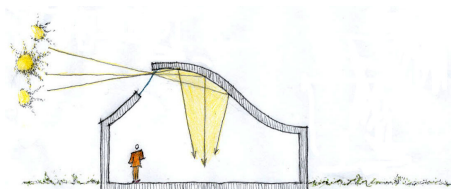
Keywords: daylighting; internally reflected component; design.

1 INTRODUÇÃO

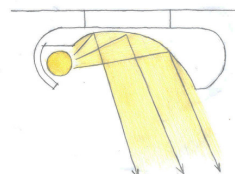
Em um projeto de iluminação natural, o projetista deve satisfazer as necessidades programáticas, prover o conforto do usuário, minimizar os gastos de energia do edifício, aperfeiçoar a imagem pública da arquitetura e minimizar o custo da construção (LAM,1986, ROBBINS, 1986). Moore (1991) acrescenta ainda a busca pela maximização da transmissão de luz por unidade de área envidraçada e o controle da penetração da luz direta do sol.

Ao arquiteto, cabe, principalmente, intervir na iluminação indireta. A luz refletida no interior do ambiente proporciona importante contribuição na distribuição luminosa. De acordo com Lynes (1968), a luz refletida interna dependerá não somente dos fatores de reflexão das paredes, mas também da forma do ambiente.

Uma analogia conceitual que facilita a compreensão do fenômeno da luz no ambiente construído consiste na relação entre estes e as luminárias, ver figura 1. Este conceito é especialmente útil para o estudo da iluminação refletida interna, pois compara as aberturas que admitem a luz externa com as lâmpadas, as superfícies do espaço ao refletor e a geometria à forma da luminária, permitindo uma análise das reflexões da luz. Partindo deste princípio, pode-se admitir que, em dadas proporções, assim como para a luminária; para o espaço arquitetônico, a questão formal e a escolha dos materiais, podem maximizar a luz no ambiente.



Fonte: Autor
(a) Ambiente



Fonte: Autor
(b) Luminária

Figura 1- Analogia entre ambiente e luminária.

A maioria das decisões de projeto, das quais depende uma boa iluminação natural, deve ser tomada na fase do partido geral do projeto arquitetônico, quando as configurações do edifício e das aberturas estão sendo formuladas (LESLIE,2003).

Os projetos de edifício iluminado naturalmente são baseados nas relações entre o ambiente, o espaço a ser iluminado e o tamanho, forma e localização das várias aberturas por onde a luz irá incidir. Tendo clara a relação proporcional entre o espaço e a abertura adequada, permite ao projetista manipular a luz natural de maneira a mudar a sua forma de incidência no ambiente, distribuição, quantidade e qualidade no espaço (RUCK, 2006).

Entretanto, a má qualidade das condições de iluminação natural verificadas em grande parte das edificações é um reflexo da principal dificuldade que se impõe à integração da luz natural ao projeto: o entendimento do fenômeno, necessário para tratar a iluminação natural como princípio organizador de projeto (PEREIRA et al., 2005).

O arquiteto tende a encarar a iluminação natural como mais um elemento complicador de um processo complexo como é o projeto arquitetônico, ao invés de um diferencial de qualidade, inclusive justificada comercialmente. Somente a consideração da luz natural e a valorização do princípio ambiental como princípio ordenador conduzirá a um resultado satisfatório, garantindo a qualidade final do projeto (PEREIRA et al., 2005).

2 OBJETIVO

O objetivo deste artigo é avaliar o impacto na iluminação do ambiente proporcionado pela parcela de luz refletida internamente, considerando a geometria e as propriedades de reflexão das superfícies.

3 METODOLOGIA

3.1 A escolha do método de estimação de iluminação natural interna

Os métodos que utilizam programas computacionais mostraram-se mais indicados para este estudo, pois viabilizam medições em vários pontos simultaneamente, possibilitando a realização de complexos cálculos com determinada agilidade. A adoção de um programa que utilize algoritmo consolidado oferece resultados confiáveis. Ainda pode-se somar a facilidade de avaliações paramétricas e a obtenção de dados para uma grande variedade de modelos, com rapidez e precisão de processamento.

3.2 Escolha do software para simulação

Atualmente existem vários programas eficientes de simulação de iluminação natural; um deles é o programa APOLUX, desenvolvido no Laboratório de Conforto Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina (CLARO et al. 2004). Este programa trabalha com formulação matemática teórica baseada no algoritmo da radiosidade.

A escolha do APOLUX frente aos demais programas deu-se pela vantagem de ser desenvolvido no mesmo laboratório onde realizou-se esta pesquisa. Contando com constante suporte técnico e possibilidade de adaptação do programa, direcionado para as necessidades do trabalho. Optou-se para a leitura dos dados a adoção do FLDr (**F**ator de **L**uz **D**iurna **R**efletida, referente à **C**omponente **R**efletida **I**nterna - CRI), conceito de iluminação relativa.

3.3 Configuração das simulações

Optou-se por fixar uma única condição para do ambiente de exposição dos modelos com o intuito de explorar uma maior variedade de modelos de interesse da pesquisa.

Foi adotada para localização do estudo a cidade de Florianópolis, geograficamente posicionada à Latitude 27°30' Sul e Longitude 48°00' Oeste. Quanto à definição da data escolhida para o experimento, optou-se pelo equinócio de 21 de março às 12 horas.

A orientação dos modelos não apresenta relevância diante da condição de Céu Encoberto padrão CIE, (CIE, 1996) utilizado na pesquisa devido à sua uniformidade direcional.





Assume-se, para os cálculos de iluminação, um plano de trabalho a 0,75m do piso.

3.4 Modelos de estudo

Buscando-se pesquisar o comportamento da iluminação em função da forma do ambiente, foram desenvolvidos quatro modelos padrão, dos quais derivam todos os outros modelos do estudo. Estes dispõem de mesma área, variando o comprimento, a largura e o pé-direito.

O primeiro modelo padrão consiste em uma base quadrangular com pé-direito de três metros e os demais derivam deste. O segundo e o terceiro são paralelepípedos, um alongado no comprimento e o outro na largura, ambos mantendo o mesmo pé-direito. O quarto mantém a mesma base do primeiro, entretanto tem seu pé direito alongado em 25%, como mostra a Tabela 1. Através destas geometrias procura-se evidenciar as relações da iluminação refletida em quatro condições possíveis de ambiente: intermediários (A), profundos (B), largos (C) e altos (D).









Tabela 1- Características dos modelos.

MODELO	ÁREA	LARGURA	PROFUNDIDADE	ALTURA
 A	36m ²	6 m	6 m	3 m
 B	36m ²	4 m	9 m	3 m
 C	36m ²	9 m	4 m	3 m
 D	36m ²	6 m	6 m	3,75 m

3.4.1 Variação do índice de reflexão interno das superfícies

Foram escolhidas, para este estudo, uma refletância baixa de 20%, uma média de 40% e uma refletância alta de 80%, aplicadas às superfícies internas dos ambientes. A refletância do piso é constante para todos os modelos, 20%. Parede e teto alternam refletâncias alta, média, baixa, e nula, ver tabela 2. Através destas combinações estudou-se a influência destas superfícies como difusoras da luz para as quatro geometrias em questão. Os modelos apresentam como fonte de luz uma abertura lateral centralizada. A geometria e a dimensão das aberturas foram mantidas as mesmas para todos os modelos, sendo a dimensão correspondente a 16% da área do piso.

Tabela 2- Combinações de refletâncias.

Combinacões	MODELO									
	Refletâncias		V_A1	V_A2	V_A3	V_A4	V_A5	V_A6	V_A7	V_A8
		Teto	80%	40%	20%	0%	80%	80%	80%	40%
			Alta	Media	Baixa	Nula	Alta	Alta	Alta	Media
		Parede	80%	80%	80%	80%	40%	20%	0%	40%
			Alta	Alta	Alta	Alta	Media	Baixa	Nula	Media
		Piso	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
Baixa	Baixa		Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa		

3.5 Método Gráfico

É crescente a utilização de métodos gráficos para a avaliação do desempenho de soluções arquitetônicas quanto à luz natural. Encontram-se na literatura autores como Lam (1986), Robbins (1986), Moore (1991), Baker et al. (1993), Baker e Steemers (2002) que propuseram o uso de imagens para salientar o desempenho da luz natural referente às formas arquitetônicas. Seus estudos descrevem o uso de conjuntos de conceitos englobando os vários tipos de espaços iluminados naturalmente como uma ferramenta de anteprojeto.

Entende-se que conforme a geometria do espaço, as características das aberturas e das superfícies, a luz refletida pode ser direcionada para determinada área do ambiente. Quando se trabalha com a iluminação natural, as aberturas são consideradas as principais fontes de luz. Utilizam-se, então, as aberturas como elemento referencial para a classificação do direcionamento da luz refletida interna. Com o intuito de viabilizar a leitura deste direcionamento desenvolveu-se a classificação indicada na figura 2 apresentando a tendência de iluminação para aberturas laterais como: central, arestas, oposta, lateral e paralela às aberturas. Em determinadas situações pode-se encontrar mais de uma alternativa como solução. Esta classificação se dá em função de cada abertura.

Para esta classificação divide-se o ambiente em 9 quadrantes de mesma área. Os quadrantes que apresentarem os maiores percentuais de fatores de luz diurna definirão a classificação da direcionalidade da luz no ambiente.

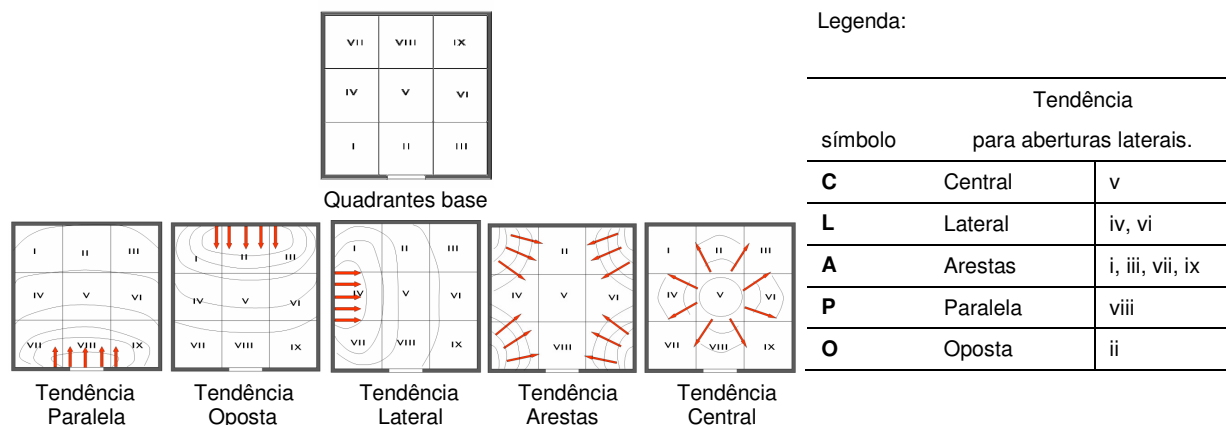


Figura 2- Classificação de Tendências de distribuição de luz.

O mapeamento da iluminação refletida nos modelos é realizado através de dois gráficos, ambos

gerados no WinSurf v.5, um em 2D, referente à escala geral do estudo e outro em 3D apresentando escala individual. O programa APOLUX oferece a possibilidade de definição de cinco zonas de iluminação. Trabalhou-se com intervalos situados entre o valor máximo e mínimo de FLDr encontrados entre os modelos, possibilitando comparações entre todo o conjunto do estudo. Estas zonas correspondem à magnitude de contribuição da iluminação refletida interna aos ambientes.

3.6 Método Analítico

O desempenho dos ambientes é analisado conforme a uniformidade na distribuição de luz no mesmo. A luz refletida proporciona um incremento para esta uniformidade. A avaliação da contribuição da luz refletida interna nos modelos é realizada através da relação entre o coeficiente de variação (c.v.) da parcela de luz total (FLDm- iluminação total) e da parcela de luz direta (FLDm- iluminação direta).

$$cv = \frac{\sigma}{FLDm} \cdot 100 \quad (\text{eq.1})$$

onde : σ = desvio padrão

FLDm= Fator de Luz Diurna médio

Foi denominado percentual de redução o resultado desta relação que corresponde à contribuição da parcela refletida da luz. Os sistemas que permitirem um percentual de redução mais elevado, conseqüentemente apontam para uma solução onde a CRI apresenta maior representatividade na uniformidade luminosa do ambiente. Calcula-se o percentual de redução através da equação 2 :

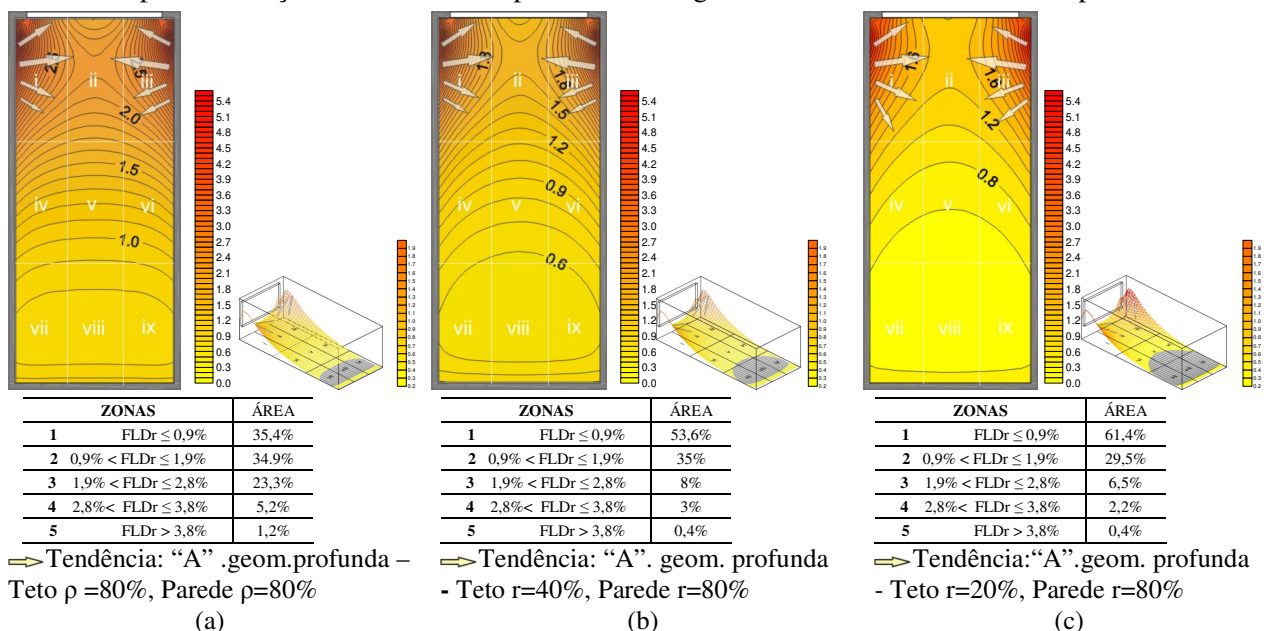
$$\text{Percentual de redução} = [1 - (\text{c.v. total} / \text{c.v. direta})] \cdot 100 \quad (\text{eq.2})$$

Vale salientar que quanto mais homogêneo é o ambiente, menor é o coeficiente de variação. Entretanto para este estudo a questão abordada é a contribuição da CRI; logo, modelos que apresentem uma iluminação homogênea não são necessariamente os que apresentam maior contribuição da CRI.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Método Gráfico

Serão apresentados graficamente neste artigo apenas os mapas referentes aos modelos profundos, pois foi a geometria utilizada na comparação com o exemplo arquitetônico. Entretanto os resultados obtidos para a variação das refletâncias para as demais geometrias têm seus resultados apresentados.



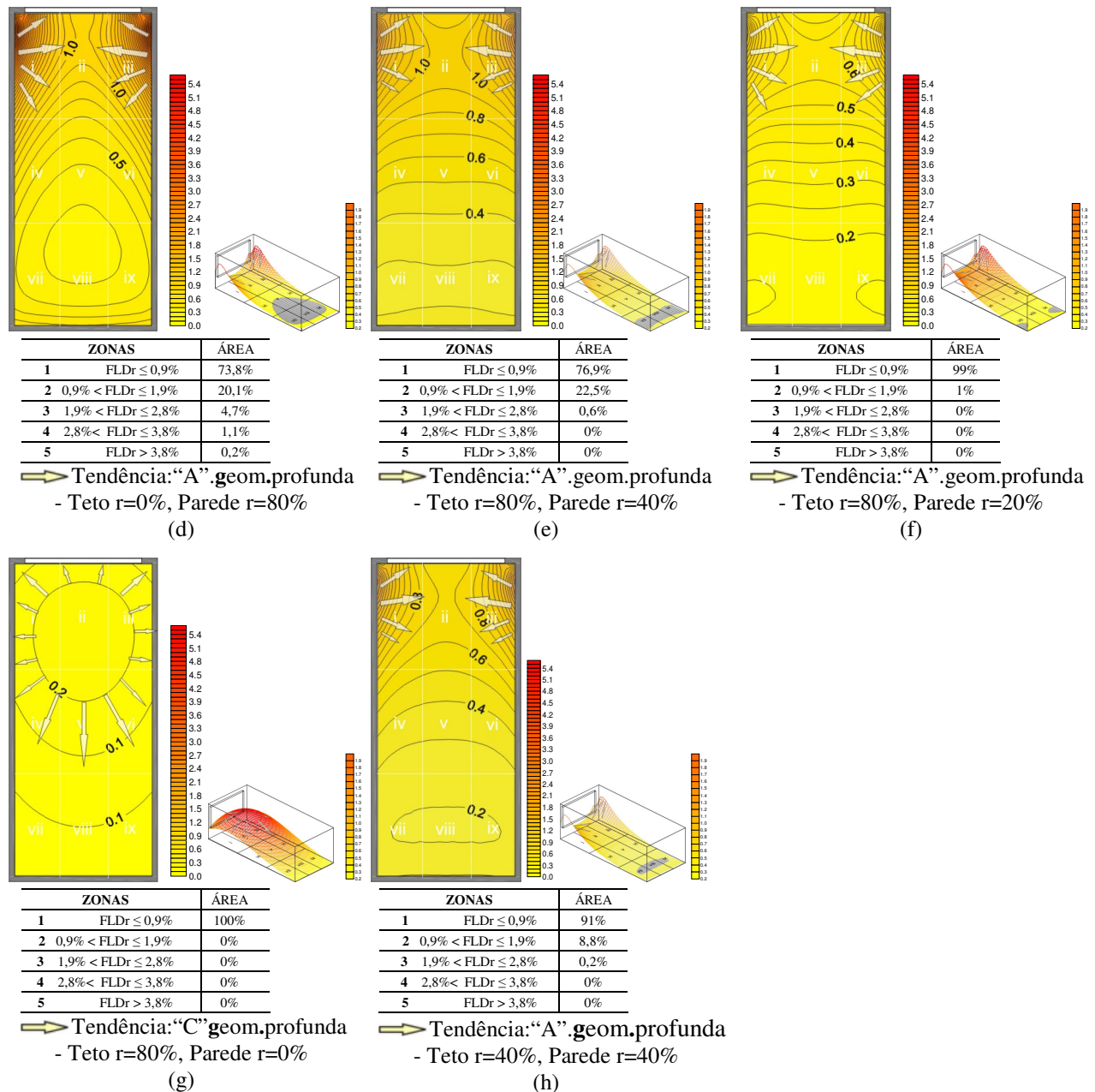


Figura 3- Gráficos isolux para diferentes refletâncias em geometria profunda.

Analisando os gráficos isolux expostos pode-se deduzir que a alteração das refletâncias entre parede e teto influencia tanto na tendência de direcionamento, quanto na intensidade do fluxo luminoso refletido. Os resultados destas alterações de refletâncias são descritos a seguir:

Com a redução da refletância do teto, a principal perda de luz ocorre na região central. As reflexões acontecem nas paredes, principalmente nos quadrantes i, iii e viii para geometrias intermediárias e altas. Nas geometrias profundas a luz reflete-se a partir das arestas (i e iii) enquanto nos modelos largos no plano oposto (viii) à abertura, figura 3a,b,c,d. Entretanto a intensidade destas reflexões também é reduzida, devido às trocas de luz que deixam de ocorrer entre teto e parede.

Quando ocorre o inverso, a refletância reduzida é a da parede, a distribuição de luz refletida tende a partir do centro. Conforme as reflexões nas paredes são minimizadas, a luz refletida pelo teto, mais precisamente por uma região mais próxima da janela gera esta distribuição radial, levemente polarizada para o primeiro terço do ambiente, figura 3a,e,f,g.

Ao reduzir as refletividades das paredes e teto simultaneamente pela metade, de 80% (figuras 3a) para 40% (figuras 3h), a intensidade da iluminação no plano de análise sofreu redução na mesma

proporção. Os modelos que com 80% de refletância apresentaram cerca de 90% de sua área na zona de iluminação 2 ($0,9\% < \text{FLDr} \leq 1,9\%$) transferiram este mesmo montante para zona 1 ($\text{FLDr} \leq 0,9\%$).

A geometria profunda foi a exceção, pois com refletância de 80%, a maior parte da área do plano de análise (70%) distribuiu-se nas zonas de iluminação 1 e 2, e os 30% restantes pelas demais zonas. Com a redução para 40% de refletividade a zona 1 passou a ser predominante, assim como nas demais geometrias. Entende-se que para estes ambientes, quanto maiores as refletâncias, mais heterogêneo é o espaço, a menos que as refletâncias sejam trabalhadas em profundidade buscando maior equilíbrio.

Com a redução das refletâncias de parede e piso pela metade ($\rho=80\%$ para $\rho=40\%$) o direcionamento das reflexões permaneceu o mesmo. Já o valor de FLDr_m (Fator de Luz Diurna Refletida Médio) sofreu redução de 1/3 para todas as geometrias, apenas para o modelo alto esta redução foi menor.

Independente das variações geométricas, o valor do FLDr_m encontrado foi muito próximo para os modelos de mesmas refletâncias e diferentes geometrias. Naturalmente, os valores mais elevados foram encontrados para parede e teto $\rho=80\%$ e os mais baixos para parede $\rho=0\%$ e teto $\rho=80\%$.

Através da observação da figura 4 pode-se inferir que independentemente da geometria do espaço, as reflexões provenientes do teto geram níveis de iluminação mais baixos que a parede. Justifica-se por pontos das paredes enxergarem o céu, enquanto o teto depende das reflexões vindas do piso (lembrando que este estudo desconsidera o exterior do edifício).

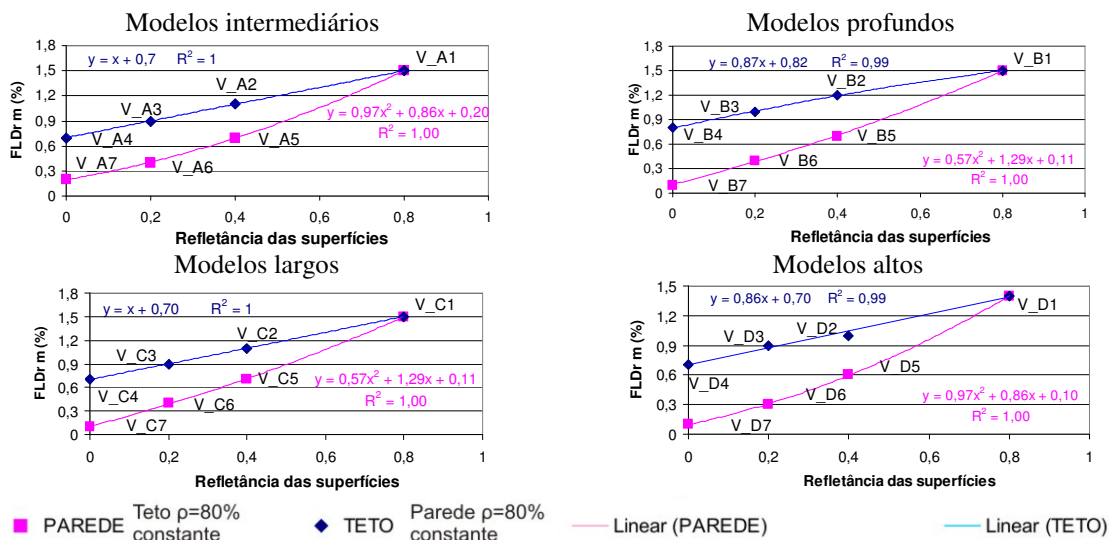


Figura 4-FLDr_m decorrente da variação das refletâncias das paredes e teto para as 4 geometrias.

A variação dos valores do FLDr_m em função das refletâncias das superfícies responde a um comportamento praticamente linear para a variação da refletância do teto, fornecendo uma equação de reta. As equações correspondentes à variação da refletividade das paredes correspondem a um polinômio de 2º grau. Praticamente 100% dos valores, tanto de parede quanto de piso, podem ser explicados pelas respectivas equações. Este resultado é comum a todas as geometrias, figura 4.

A relação entre refletância do teto e FLDr_m pode ser explicada pela mesma equação para ambientes intermediários e largos, fig. 4. O que significa que estas geometrias respondem da mesma forma à alterações da quantidade de luz, não implicando no comportamento do direcionamento da mesma.

Os modelos profundos e largos apresentam a mesma equação referente ao coeficiente de explicação para a relação entre a refletância da parede e o FLDr_m. Este resultado é decorrente da mesma área de parede e mesma planta dos ambientes em questão, onde apenas o plano de inserção da abertura varia.

4.2 Método Analítico

Quando se avalia a contribuição da CRI fica claro que quanto maiores às refletividades das superfícies, maior é a contribuição. Entretanto existe uma relação entre as refletividades e a forma do ambiente. Reduzindo as refletâncias das paredes e teto simultaneamente pela metade, de 80% para 40%, todas as geometrias apresentam respostas semelhantes. A contribuição da CRI para homogeneizar o ambiente

fica quase três vezes menor, exceto nos modelos altos onde a contribuição reduz-se apenas a metade.

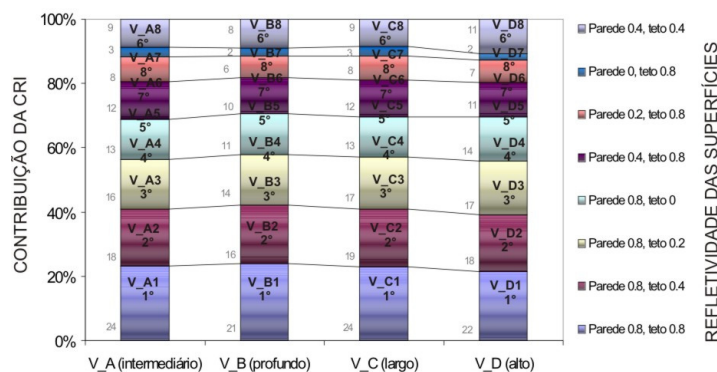


Figura 5- Ranking da Contribuição da CRI referente à refletividade das superfícies.

O ranking acima evidencia que a redução na refletância das paredes afeta mais significativamente a contribuição da CRI do que a redução da refletância do teto, provavelmente pelo fato da área da parede representar quase o dobro da área do teto. Este comportamento se aplica às 4 geometrias.

A maior amplitude de valores da contribuição da CRI gerados por refletâncias entre 80% e 0% aconteceram nas geometrias intermediárias e largas, tanto para teto quanto para piso. A menor ocorreu em ambientes altos para redução no teto e em modelos profundos para redução nas paredes. O que significa que geometrias altas não favorecem reflexões no teto e as profundas não são as mais indicadas para o aproveitamento das reflexões nas paredes.

A correlação entre a contribuição da CRI decorrente das refletâncias é relevante tanto para teto quanto para piso, para as 4 geometrias. Em todos os casos, praticamente 100% das variações podem ser explicadas pelas respectivas retas e equações (figura 6).

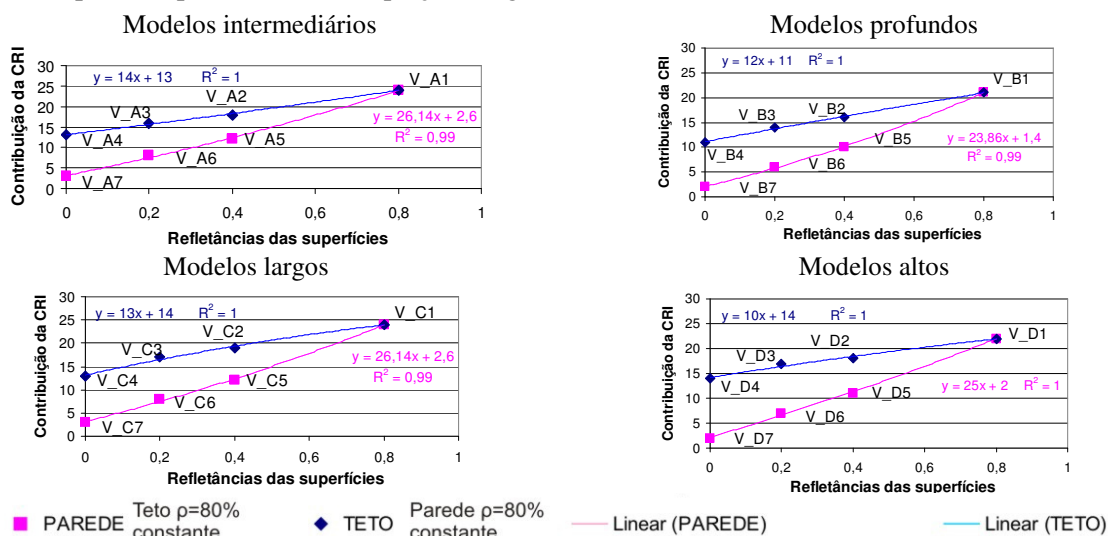


Figura 6- Contribuição da CRI decorrente da variação das refletâncias das paredes e teto para as 4 geometrias.

A contribuição da CRI responde através da mesma equação à variação da refletância das paredes para ambientes intermediários e largos. Ambos apresentam alto coeficiente de determinação, 0,99.

Nota-se maior amplitude entre as curvas referentes ao teto e à parede nos ambientes altos, provavelmente por tratar-se da geometria que apresenta maior razão entre área de parede e de teto.

4.3 Exemplo arquitetônico relacionado a um modelo teórico

A edificação adotada trata-se de uma residência localizada em Paris. Foi efetuado um estudo da iluminação do ambiente em modelo físico sob céu artificial de caixa de espelhos em laboratório com participação dos alunos da graduação Thiago e Anielle. O estudo deu maior enfoque para a área da cozinha, onde uma das paredes era pintada de vermelho ($r = 20\%$). Foi proposta a alteração da cor da parede para o branco ($r = 80\%$ a 100%). Considerou-se o FLDm (Fator de Luz Diurna Médio) referente à **iluminação total** do ambiente, entretanto, como a única variável alterada foi a refletância

da parede, pode-se atribuir a variação dos valores de iluminação à parcela refletida da luz.

A figura 7 traz uma comparação deste estudo considerando alteração de refletâncias em edifícios, com os resultados obtidos nas simulações dos modelos teóricos abordados nesta dissertação. Foram destacados os modelos referentes a figura 3f e 3a, nos quais a refletância do teto foi mantida constante ($r=80\%$) e a refletância das 4 paredes corresponde a 20% a 80% respectivamente.

Independente da variação das refletâncias ocorrer nas 4 paredes nos modelos teóricos e apenas em uma no exemplo arquitetônico, aponta-se como resultado do aumento da refletância de 20% para 80% em ambos os casos, a intensificação na iluminação dos ambientes. Por outro lado, não houve alteração relevante no direcionamento da luz.

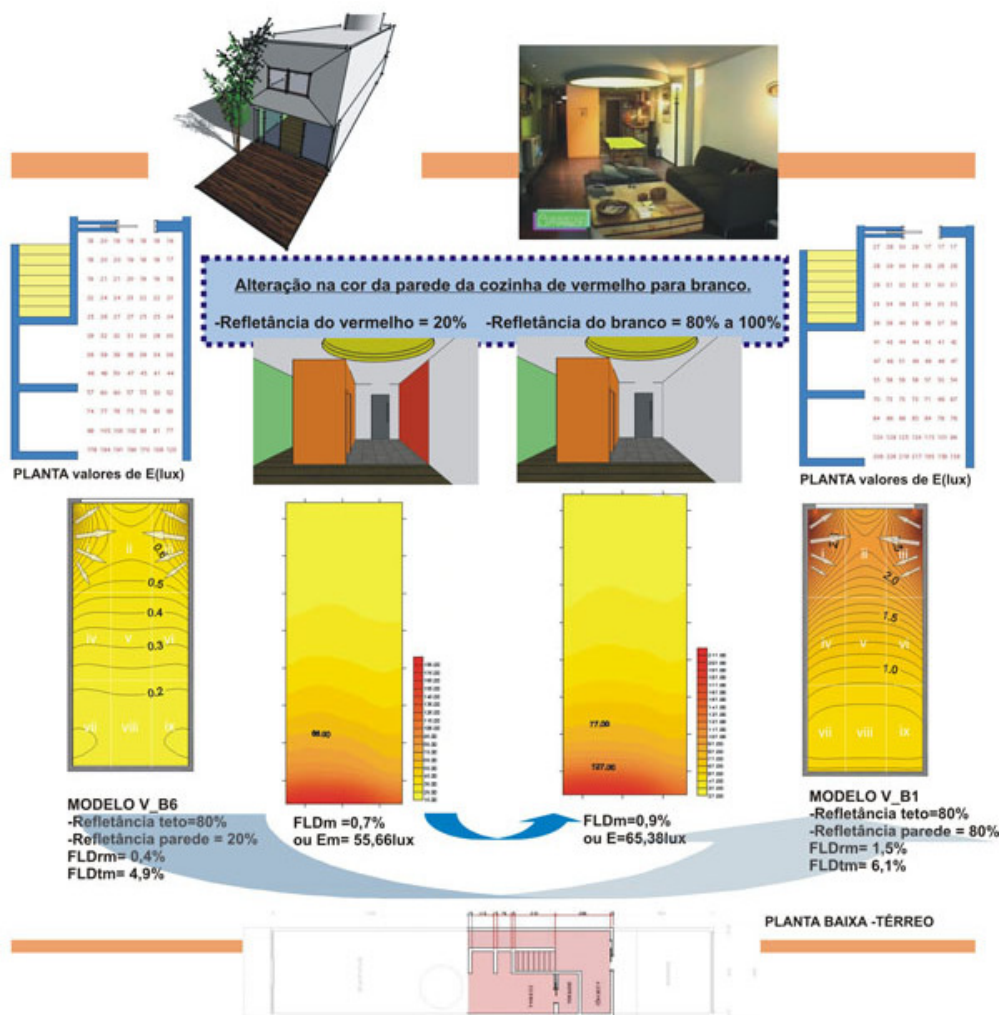


Figura 7- Relação entre modelos teóricos e exemplo arquitetônico. Residência em Paris

5 CONCLUSÕES

Os resultados apresentados acima permitiram concluir que a alteração na refletância das superfícies implica em mudanças somente na intensidade do direcionamento da luz. Apenas no caso extremo, onde foi adotada refletância nula para as paredes, ocorreu alteração na tendência de direcionamento da luz, as reflexões, que nos outros modelos ocorriam a partir das arestas da envolvente ou da superfície oposta, passaram a distribuir-se radialmente.

As reflexões nas paredes são mais significativas em relação às do teto. Não apenas por constituírem quase o dobro da área, mas por algumas partes destas superfícies receberem luz diretamente do céu.

A redução simultânea das refletâncias de parede e teto ocasiona maior impacto na contribuição da luz refletida para homogeneizar o ambiente luminoso em ambientes de geometria intermediária e larga,

seguidos da geometria profunda e com menos intensidade em ambientes altos.

Quanto à contribuição da CRI, pode-se afirmar que o acréscimo de seus valores é garantido pelo aumento do FLDr_m (Fator de Luz Diurna refletida médio), quando a variante é a refletância das superfícies, que mantém correlação independente da geometria do espaço. Por sua vez, o FLDr_m é influenciado significativamente por alterações na refletividade das superfícies.

Em se tratando de aplicações em projeto, para obter uma distribuição de luz mais uniforme, sugere-se utilizar cores com refletâncias altas nas áreas mais afastadas das aberturas. Buscando aproveitar melhor a luz refletida nas áreas no interior do ambiente. A mobília pode ser aproveitada para alcançar este tipo de combinação de refletâncias.

As superfícies internas que forem favorecidas pelo ângulo de visão de céu serão as mais expressivas no direcionamento da luz refletida, seguidas das superfícies que recebem luz destas primeiras diretamente. O aproveitamento adequado destas superfícies, através do aumento de suas refletâncias, por exemplo, pode elevar o desempenho do ambiente luminoso (fig. 8).

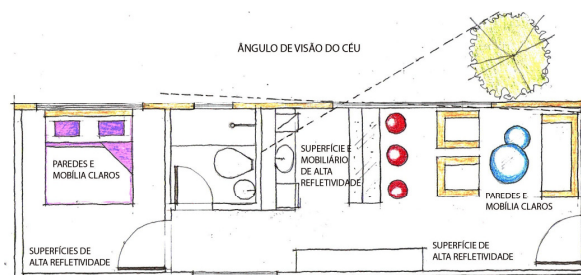


Figura 8- Planta esquemática do aproveitamento da refletividade das superfícies.

6 REFERÊNCIAS

- BAKER, N.; FANCHIOTTI, A., STTEMERS, K., (1993) **Daylighting in architecture – a European reference book**. Commission of the European Communities, Directorate –General XII for Science Research and Development, London: James & James Ltd.
- BAKER, N, STTEMERS, K. (2002) **Daylight Design of Buildings**. Commission of the European London: James & James Ltd. 236 p.
- CIE, (1996) **Spatial distribution of daylight – CIE standart overcast sky and clear sky**. Commission Internationale de L'Eclairage, Publication CIE, S 003.3/E Vienna.
- CLARO A., PEREIRA, F. O. R., AGUIAR, G. P. (2004): **Desenvolvimento do Protótipo do Software LuzSolar para Análise e Projeto de Iluminação Natural em Arquitetura e Urbanismo**, Relatório Final do Projeto 027-01 entregue à CELESC, LABCON/ UFSC.
- FONSECA, R. W. (2007) **A Influência das Reflexões Internas na Iluminação Natural no Ambiente Construído**. 167p. Dissertação – PosARQ, UFSC, Florianópolis, 2007.
- LAM, W.M.C.; (1986): **Sunlighting – As formgiver for architecture**, New York, Van Nostrend Reinhold Company.
- LESLIE, R.P. (2003): **Capturing the daylight dividend in buildings: why and how?** New York, USA. 2003 p.381-385 in Building and Environment vol.38 cap.3 Elsevier Science. Disponível em www.sciencedirect.com, acessado em setembro/ 2006. Artigo Técnico.
- LYNES, J.A.; (1968) **Principles of natural lighting**. Elsvier Publishing Company, N. Y., USA.
- MOORE, F. (1991): **Concepts and practice of architectural daylighting**. New York: Van Nostrand Reinhold, 271 p.
- PEREIRA, F. O.R; LOPES A. C. S; MARQUES A; TEODORO E; BATISTA J. O; SANTANA, M. V; FONSECA, R. W; ATANÁSIO V. (2005): **An Investigation about the Consideration of Daylighting along the Design Stages**. In: Passive and Low Energy Architecture - PLEA, 2005, Beirute. Environmental Sustainability - The Challenge of Awareness in Developing Societies. Beirute : Meouchy and Zakaria, v. 2. p. 1025-1030.
- ROBBINS, Claude L. (1986): **Daylighting, design and analysis**. New York, A Nostrand Reinhold Company. 325 p.
- RUCK, N. C.(2006) **Task 31, 'Daylighting Buildings in the 21st Century'** International Energy Agency's Solar Heating and Cooling. Energy and Building (38), Elsevier Science Ltda Great Britain. p.718-720 Disponível em <http://www.iea-shc.org/task31/>, acessado em setembro/2006.Arquivo Técnico