



## **ANÁLISE DA ILUMINAÇÃO NATURAL EM HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL: O CASO DO CONJUNTO RUBENS LARA.**

### ***DAYLIGHT ANALYSIS IN SOCIAL INTEREST HOUSING: THE RUBENS LARA COMPLEX CASE***

**FIGUEIREDO, Erika Ciconelli de; [erika@contemporaria.com.br](mailto:erika@contemporaria.com.br). PISANI, Maria Augusta Justi. BRUNA, Gilda Collet. Universidade Presbiteriana Mackenzie.**

**Apoio Mackpesquisa e CNPq**

#### **RESUMO**

Esta pesquisa tem por intuito analisar a luz natural dos vãos dos edifícios de habitação de interesse social, em quatro tipologias do Conjunto Rubens Lara, desenvolvido pela Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano (CDHU). O projeto arquitetônico é de autoria dos arquitetos Adriana Levisky e Eduardo Martins Ferreira, com gestão técnica de Marcelo Prado, da CDHU. O Conjunto Rubens Lara foi avaliado pelo Programa Iniciativa de Habitação Social Sustentável - SUSHI, que faz parte do Programa ONU para o meio ambiente, como um exemplo de habitação sustentável e que poderá ser um exemplo para próximos projetos. O método empregado avaliou os edifícios habitacionais aplicando o programa de cálculo de iluminação Relux Professional 2012, com desenho assistido por computador e os resultados foram analisados e comparados com os de levantamento de campo. Os resultados finais demonstram que a iluminação natural foi otimizada de acordo com os usos dos ambientes, gerando espaços sustentáveis no ponto de vista energético.

Palavras-chave: Iluminação natural, Habitação de Interesse social, Conjunto Rubens Lara.

#### **ABSTRACT**

*This research has as a goal to analyze daylight from social interest housing buildings inside four typologies from Rubens Lara Complex, which was developed by Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano (CDHU). The architects are Adriana Levisky and Eduardo Martins Ferreira with technical management of Marcelo Prado, from CDHU. The Complex was studied by Sustainable Social Housing Initiative – SUSHI, that is part of ONU Program for environment, as an example of sustainable housing and for future projects. The method applied analyzed the buildings by computer-aided design and by daylight simulation software (Relux Professional). The results were examined and compared with on-site data research. They demonstrate that daylight is optimized according to room function, generating sustainable places from energy consumption point of view.*

*Key words: Daylight, Social Interest Housing, Rubens Lara Complex.*

#### **1. INTRODUÇÃO**

“A luz natural não tem importância apenas do ponto de vista energético, mas também do fisiológico, pois o olho humano se adapta melhor à luz natural. Somado a isso, a luz artificial, além de não reproduzir as cores com precisão, não tem variação de tons ao longo do dia (CORBELL & YANAS, 2003). Essa variação de tons da cor da luz natural tem grande importância para o relógio biológico porque ‘informa ao nosso corpo que horas são’. Ao longo do dia, o aumento e a diminuição da produção de hormônios e neurotransmissores acontecem em alguns períodos, e a luz é a maior responsável por eles (SHARMAN E ROBERTS, 2008)”.

Esta investigação objetiva avaliar se o conjunto Rubens Lara é eficiente no que diz respeito ao baixo consumo energético, pretendido com a iluminação natural nos espaços da habitação. O projeto foi



desenvolvido pela Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano (CDHU) e faz parte das intervenções propostas pelo Programa de Recuperação Socioambiental da Serra do Mar, coordenado pelo Governo do Estado de São Paulo no início de 2007, por meio das Secretarias do Meio Ambiente (SMA) e da Habitação (SH). Para efetivar essa avaliação foram empregados métodos testados por Figueiredo (2011) a partir das análises elaboradas em seis edifícios na cidade de São Paulo, no Brasil e três nas cidades de Berlin e Frankfurt am Main, na Alemanha.

A área de recuperação da Serra do Mar abrange os Bairros: Cota 95, 100, 200, 400 e 500, Pinhal do Miranda, Água Fria, Pilões e Sítio Queiróz e prevê o atendimento a 7.760 famílias em áreas de risco a serem retiradas. Os riscos detectados nesses bairros são: tecnológicos, geotécnicos e ambientais<sup>1</sup>. Para atender as famílias retiradas das áreas de risco foram projetados vários conjuntos habitacionais no Município de Cubatão, Estado de São Paulo. O objeto deste trabalho é o Conjunto Rubens Lara, com projeto de arquitetura de autoria da arquiteta Adriana Levisky e Eduardo Martins Ferreira, com gestão técnica de Marcelo Prado, da CDHU.

## 2. PROJETO

O Conjunto Rubens Lara, junto com a Vila Harmonia e o Parque dos Sonhos formam os três bairros novos no município de Cubatão, que abrigarão 3.954 famílias. Este foi projetado em terrenos desapropriados pelo Governo do Estado de São Paulo, com cerca de 200.000 m<sup>2</sup>.

O projeto do conjunto foi estruturado em um loteamento com vias públicas, composto por 26 lotes residenciais privados, 8 lotes institucionais, 2 lotes comerciais e 7 áreas verdes. Os pedestres são privilegiados nas vias secundárias ortogonais e um eixo diagonal que reúne as diversas atividades, equipamentos de lazer e também é a principal via de integração com os bairros no entorno. Foram projetadas ciclovias e passeios para pedestres em todo o perímetro do conjunto, que permitirá maior integração com os bairros circunvizinhos.

Silvio Torres (CDHUB, 2012) afirma que o Programa Serra do Mar é um dos maiores do mundo em recuperação socioambiental e que recentemente foi avaliado como modelo pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID, que é um dos patrocinadores do empreendimento. Até final janeiro de 2012, o referido programa removeu 1.269 famílias que viviam em áreas de risco e mais três mil serão atendidas até 2013. As famílias atendidas que receberam as habitações possuem renda de até 4,5 salários mínimos mensais e devem pagar, no máximo, 15% de sua renda, o restante o Governo do Estado de São Paulo subsidiará. A CDHU divulgou que o custo da construção do Conjunto Rubens Lara foi 10% superior as demais habitações executados pela companhia. Esta constatação é surpreendente, pois o Rubens Lara possui vários quesitos que aumentam sua sustentabilidade, como por exemplo, os pisos permeáveis, medições individualizadas de água, acessibilidade em todas as áreas de uso coletivo e no entorno e pé direito elevado. (ARCOWEB, 2012, s.p.).

### 2.1. Tipologias

O projeto propõe tipologias diferentes para atender o perfil das famílias a serem removidas e suas necessidades, unidades totalmente acessíveis nos térreos, bem como o adensamento compatível com o terreno e outras condicionantes de projeto de arquitetura e urbanismo de habitação de interesse social. As tipologias propostas são:

<sup>1</sup> Os riscos tecnológicos são: a faixa de domínio da rodovia e suas entevias; as faixas de domínio de Linha de Transmissão e as áreas requeridas para as obras de consolidação. O risco geotécnico são aquelas avaliadas como instáveis, normalmente associadas a escorregamentos e erosões. O risco ambiental está relacionado com a proteção de vertentes e as áreas no interior do PESM.

### 2.1.1. Casas geminadas sobrepostas – SB22

Essa tipologia possui áreas de usos comuns com churrasqueira e vagas para veículos. São 267 unidades com 3 dormitórios e 10 destas possuem espaços para comércio e serviços nos térreos para atender as demandas das famílias removidas.

O térreo e o primeiro andar configuram um sobrado geminado; e o segundo andar do edifício, um apartamento (figuras 1, 2 e 3).

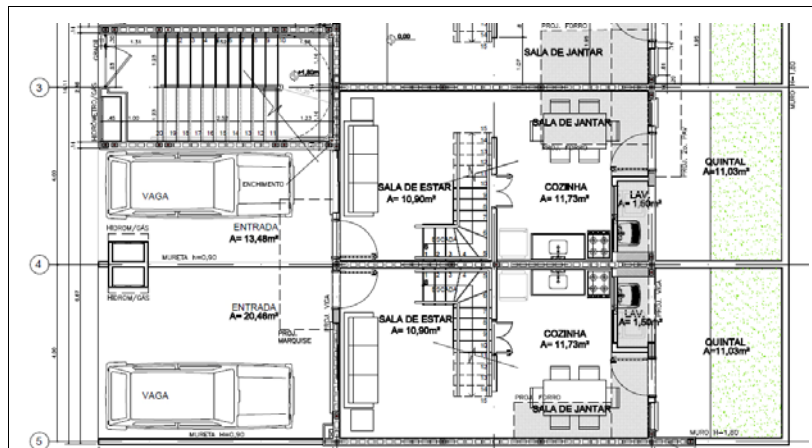


Figura 1 – Planta pavimento térreo Edifício SB22. Fonte: CDHU (2012)

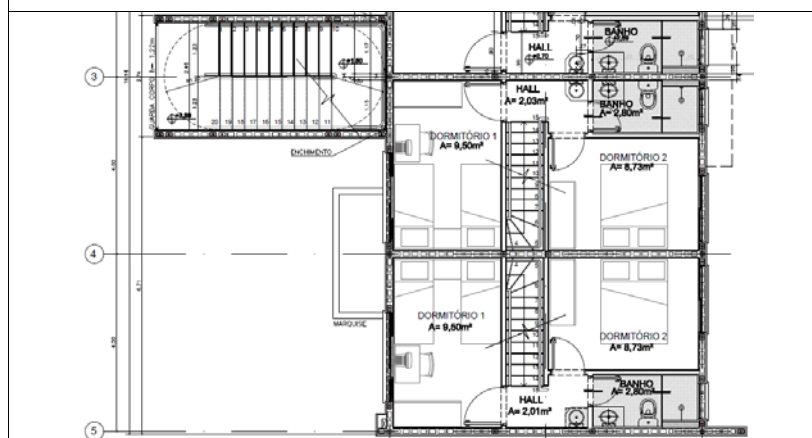


Figura 2 – Planta 1º pavimento Edifício SB22. Fonte: CDHU (2012)

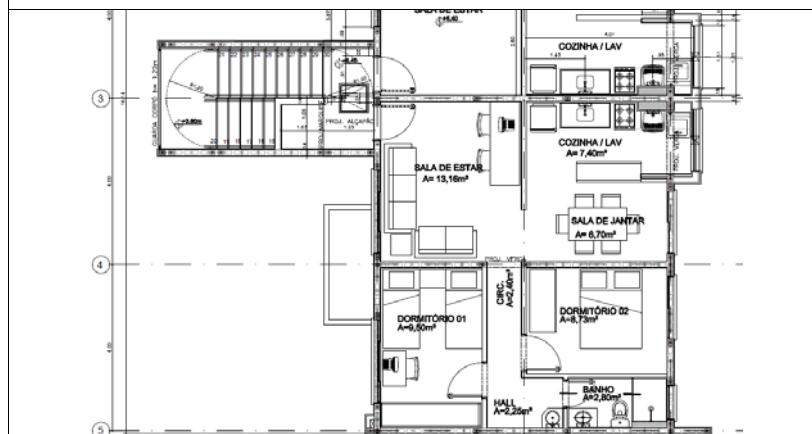


Figura 3 – Planta 2º pavimento Edifício SB22. Fonte: CDHU (2012)

### 2.1.2. Edifício de 5 pavimentos – V052 e V052-3

Os edifícios foram propostos com térreo mais 4 pavimentos, com 2 (V052) ou 3 dormitórios (V052-3). Um aspecto importante foi que o projeto possui espaço apropriado para futura instalação de elevador (figuras 4 e 5).

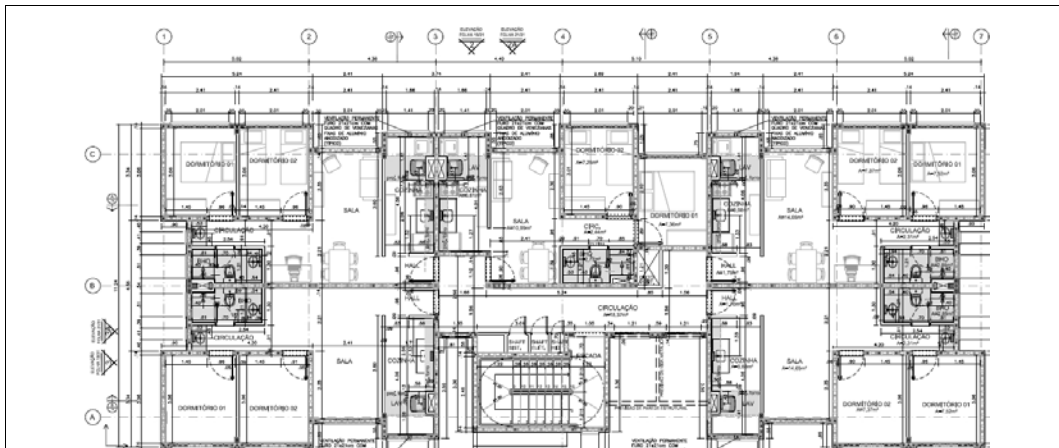


Figura 4 – Pavimento tipo do Edifício V052. Fonte: CDHU (2012)

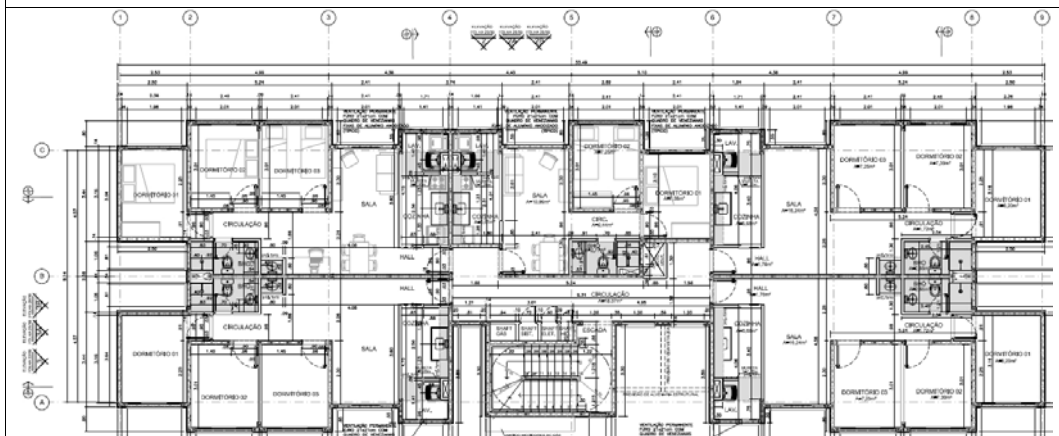


Figura 5 – Pavimento tipo do Edifício V052-3. Fonte: CDHU (2012)

### 2.1.3. Edifício com 9 andares

Os edifícios possuem térreo mais 8 andares, com 2 ou três dormitórios, onde o terceiro dormitório é um espaço flexível, utilizado de acordo com as necessidades de cada morador. Nesta tipologia foram instalados dois elevadores (figura 6).

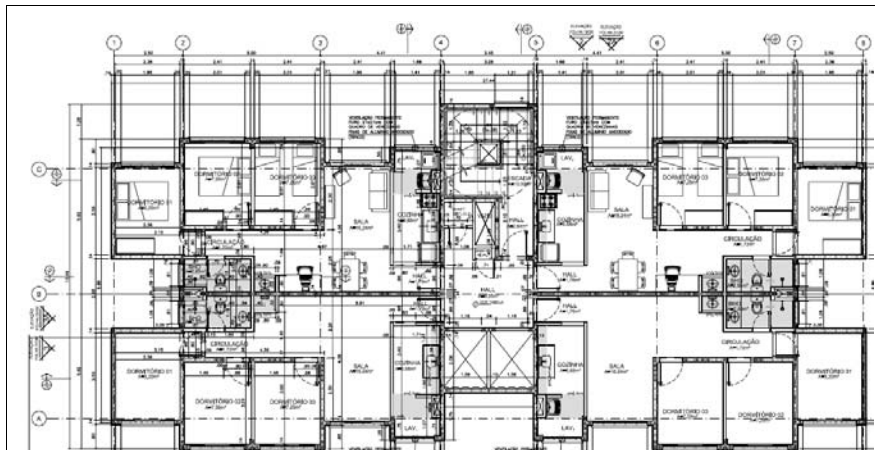


Figura 6 - Pavimento tipo do Edifício V093. Fonte: LEVISKY e FERREIRA, 2009

### 3. MÉTODO EMPREGADO NA AVALIAÇÃO DA ILUMINAÇÃO NATURAL

Para a avaliação da iluminação natural, foram empregadas as seguintes etapas metodológicas:

- a) Levantamento bibliográfico e iconográfico;
- b) Entrevistas com os autores do projeto;
- c) Redesenho em CAD 2011 das plantas em fornecidas pela CDHU;
- d) Plantas em CAD 2011 modeladas no programa Relux Professional 2012, adotando as aberturas totais de janelas, empregando o vidro com transmissão luminosa de 80%, fator "vidro limpo" e a planta posicionada em relação ao norte, latitude e longitude;
- e) Cálculo da luz natural aplicado para o dia 21 de março (equinócio), as 10h00, com céu claro pelo modelo da Commission Internationale de l'Éclairage – CIE , a precisão aplicada foi de reflexão indireta alta e o tamanho da malha empregada foi o de 30 x 30 centímetros;
- f) Análise dos resultados;
- g) Levantamento de campo para constatar a iluminação "in loco" e comparação entre os dados da simulação com os dados de campo;
- h) Análise e discussão dos resultados;

#### 3.1. Pavimento Térreo do Edifício SB22

A análise do pavimento térreo (figura 7) demonstrou que todas as áreas estão de acordo com as recomendações da norma NBR 5413:1992. Na sala, sobre o sofá, a média obtida pelo cálculo ponto a ponto é de 640 lux, iluminância necessária para tarefas como leitura, escrita e bordado. No eixo da bancada da cozinha as iluminâncias se aproximam de 1000 lux, valores indicados pela norma para tarefas com requisitos visuais especiais. A iluminação na escada atende o nível médio de iluminância recomendada em todos os pontos (100 lux).

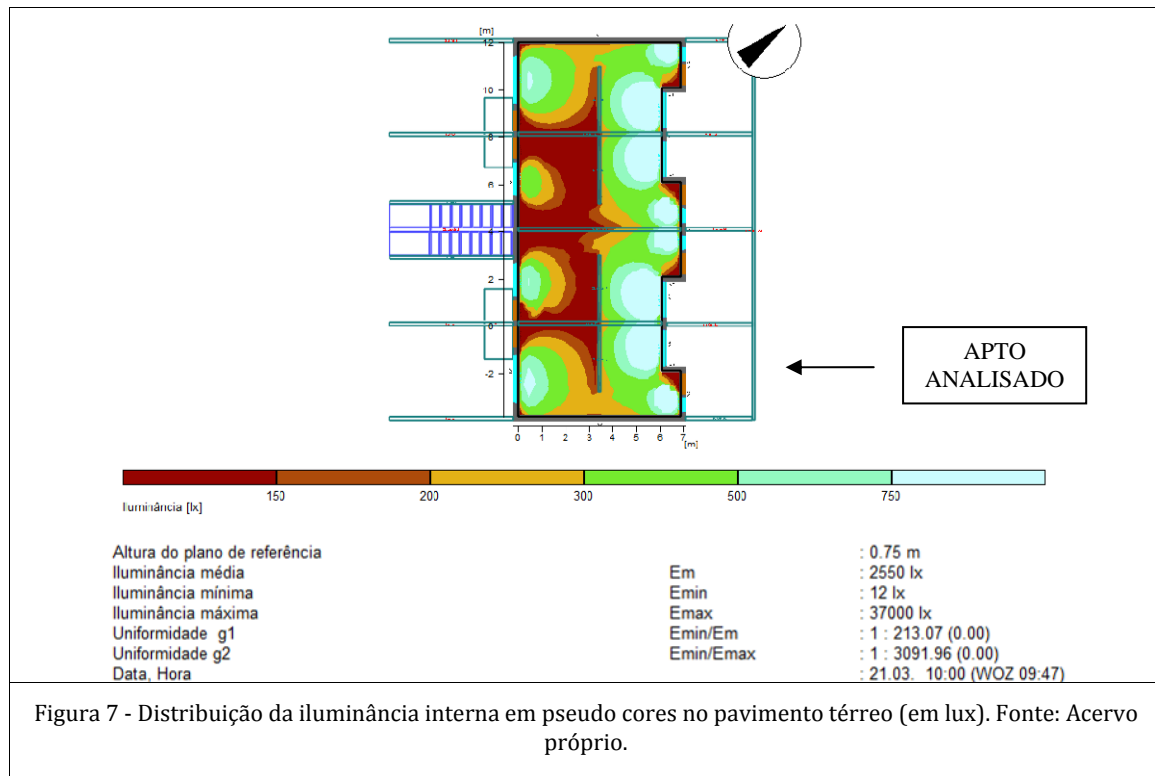


Figura 7 - Distribuição da iluminância interna em pseudo cores no pavimento térreo (em lux). Fonte: Acervo próprio.

A figura 8 aponta o resultado da distribuição das iluminâncias internas e das manchas solares na maquete eletrônica gerada pelo programa de cálculo.

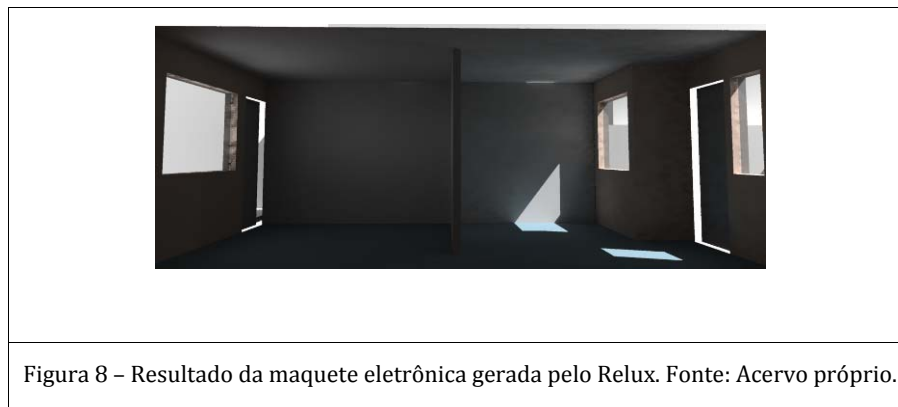


Figura 8 – Resultado da maquete eletrônica gerada pelo Relux. Fonte: Acervo próprio.

A visita *in loco*, feita em 04 de julho de 2012, mostrou que os moradores dessa tipologia (figura 9) não precisam utilizar iluminação artificial nenhuma hora do dia (figura 10). Mesmo nas áreas apenas com luz natural difusa a iluminância está de acordo com os valores recomendados pela norma.

GONÇALVES (2010) afirma que existem 4 zonas dentro de um ambiente naturalmente iluminado: 1- áreas com luz natural acima do necessário para atender à norma; 2- áreas com luz natural suficiente para atender à norma; 3- áreas com luz natural cuja iluminância fica abaixo do recomendado pela norma e 4- áreas sem luz natural. A maior parte dos ambientes desse pavimento pode ser classificada entre as zonas 1 e 2.



Figura 9 – Vista externa da tipologia SB22. Fonte: Acervo próprio, 04 jul. 2012.

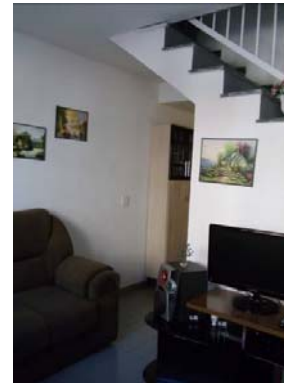


Figura 10 - Vista interna da tipologia SB22. Fonte: Acervo próprio, 04 jul. 2012.

### 3.1.2. 1º Pavimento do Edifício SB22.

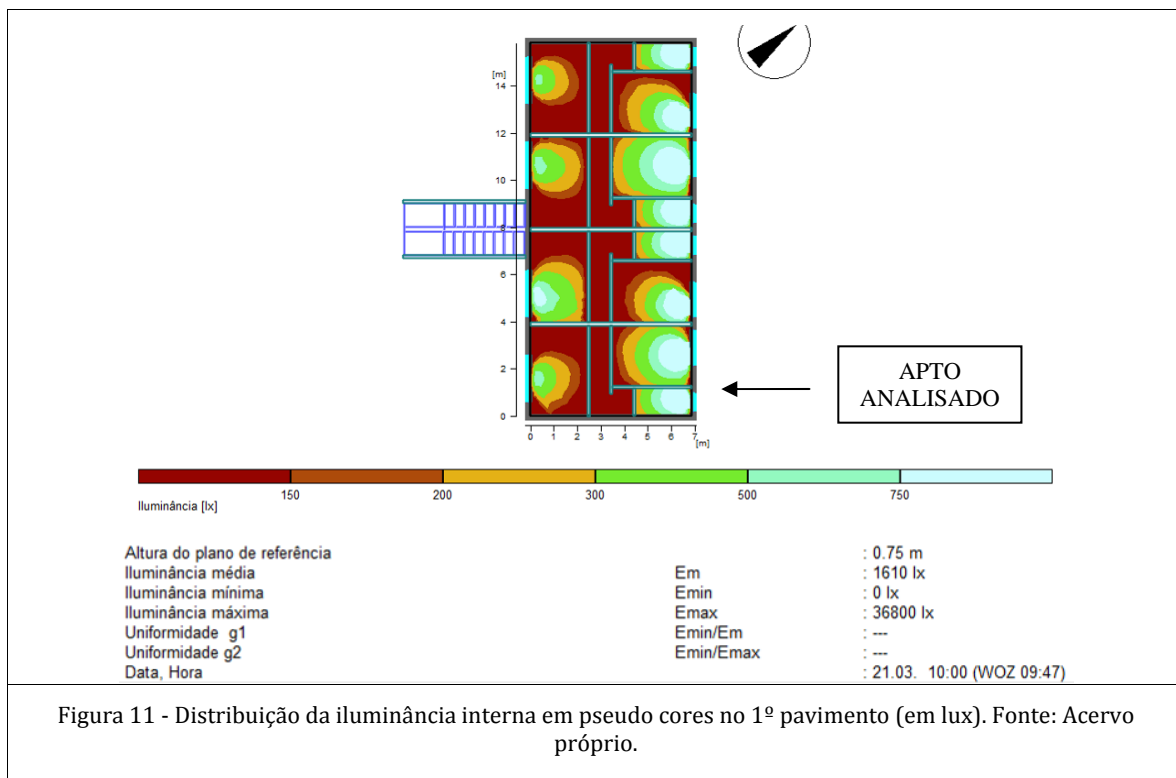


Figura 11 - Distribuição da iluminância interna em pseudo cores no 1º pavimento (em lux). Fonte: Acervo próprio.

A iluminação geral do 1º andar, como indica a figura 11, permite que os ambientes, exceto o hall no fim da escada, sejam utilizados durante o dia sem a necessidade do acionamento da iluminação artificial. Nas áreas próximas às cabeceiras das camas de solteiro e na bancada do banheiro, é necessário fazer uso da iluminação artificial como complemento para atingir os valores recomendados pela NBR 5413:1992. A iluminação sobre a estação de trabalho atende a norma para iluminação local.

A figura 12 aponta uma perspectiva da maquete eletrônica.

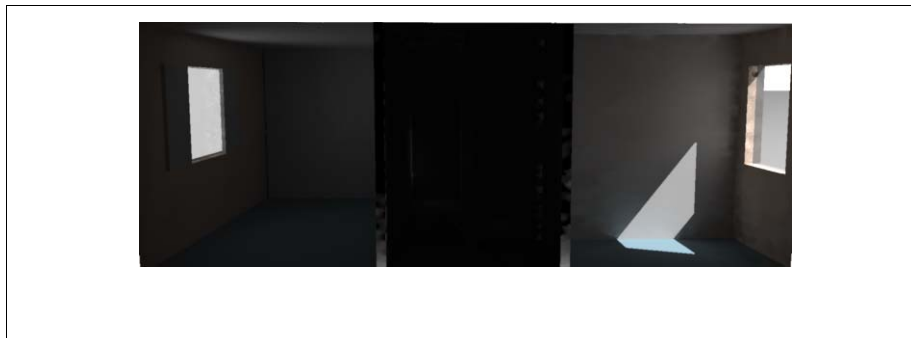


Figura 12 – Resultado da maquete eletrônica gerada pelo Relux. Fonte: Acervo próprio.

As imagens 13 e 14 a seguir indicam alguns ambientes do pavimento em questão.



### 3.1.2. 2º Pavimento do Edifício SB22.

Assim como no 1º pavimento a maior parte dos ambientes, com exceção dos corredores internos, não necessitam de iluminação artificial durante o dia, segundo a prescrição da NBR 5413:1992, como aponta a figura 15. As áreas que precisam de iluminâncias maiores, como as cabeceiras das camas de solteiro, a bancada do banheiro e a estação de trabalho, localizada na sala de estar, estão abaixo dos valores recomendados pela norma e necessitam de complementação da iluminação artificial. Como os moradores entrevistados declararam que não empregam luz artificial durante o dia, essa questão teria que ser pesquisada de forma detalhada, pois ou estes não empregam as áreas que se mostraram deficientes para as atividades previstas na norma ou estão fazendo com iluminação insuficiente. Como esta pesquisa “in loco” objetivou a análise física dos espaços, o número de usuários entrevistados não foi suficiente para esse detalhamento, podendo ser objeto de futuras investigações.

Com relação à estação de trabalho, embora ela não receba a quantidade de luz natural suficiente recomendada pela norma, sua posição na planta é favorável, pois não recebe luz solar direta. O inconveniente de estar próxima a uma abertura, com níveis de iluminância acima de 1000 lux, seria as altas luminâncias e a possibilidade de ofuscamento. Nessa situação, o usuário provavelmente seria obrigado a usar persianas ou cortinas para diminuir o desconforto, escurecendo o restante do ambiente.



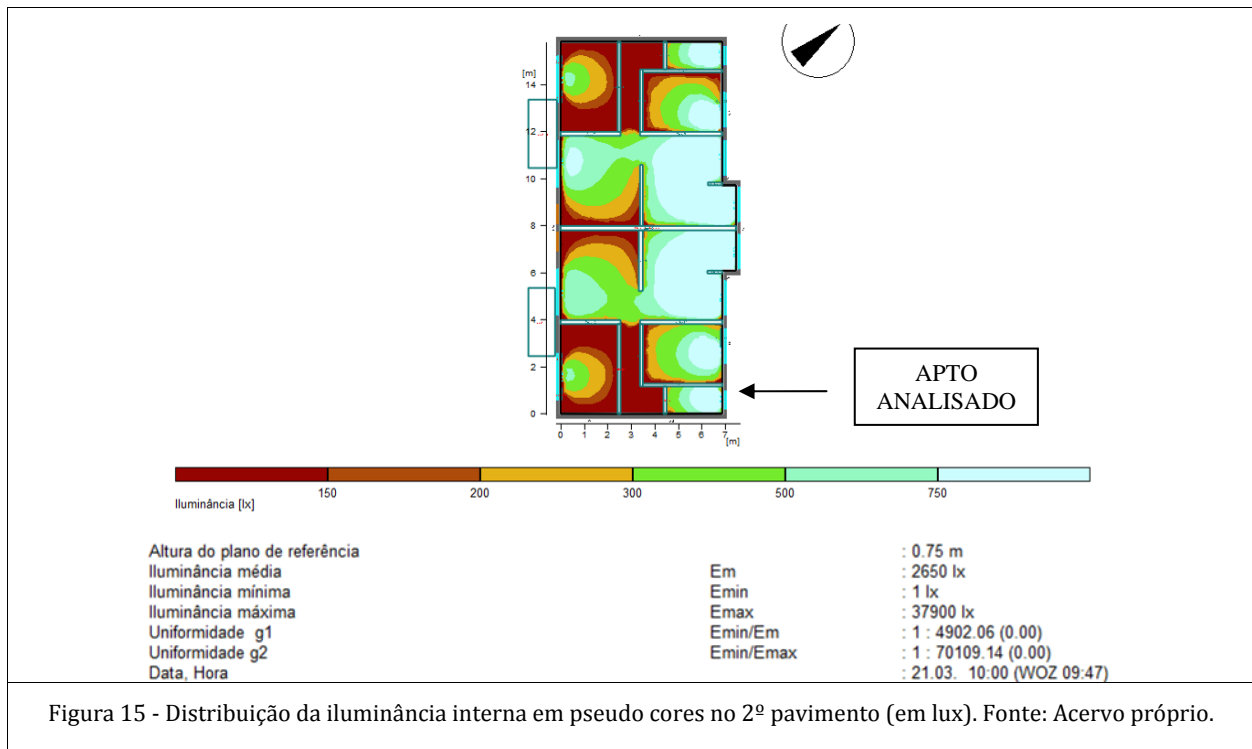


Figura 15 - Distribuição da iluminância interna em pseudo cores no 2º pavimento (em lux). Fonte: Acervo próprio.

A figura 16 mostra o resultado da iluminação natural na maquete eletrônica.



Figura 16 – Resultado da maquete eletrônica gerada pelo Relux. Fonte: Acervo próprio.

### 3.1.3. Edifício V052-3.

Esta tipologia possui 4 pavimentos acima do térreo. A área dos apartamentos é de aproximadamente 45 m<sup>2</sup>. Quatro unidades por andar são iguais, espelhadas duas a duas, a quinta que fica no meio da torre é diferente, pois não possui dois lados para a iluminação, tendo como solução de projeto a introdução de duto para ventilar o banheiro.

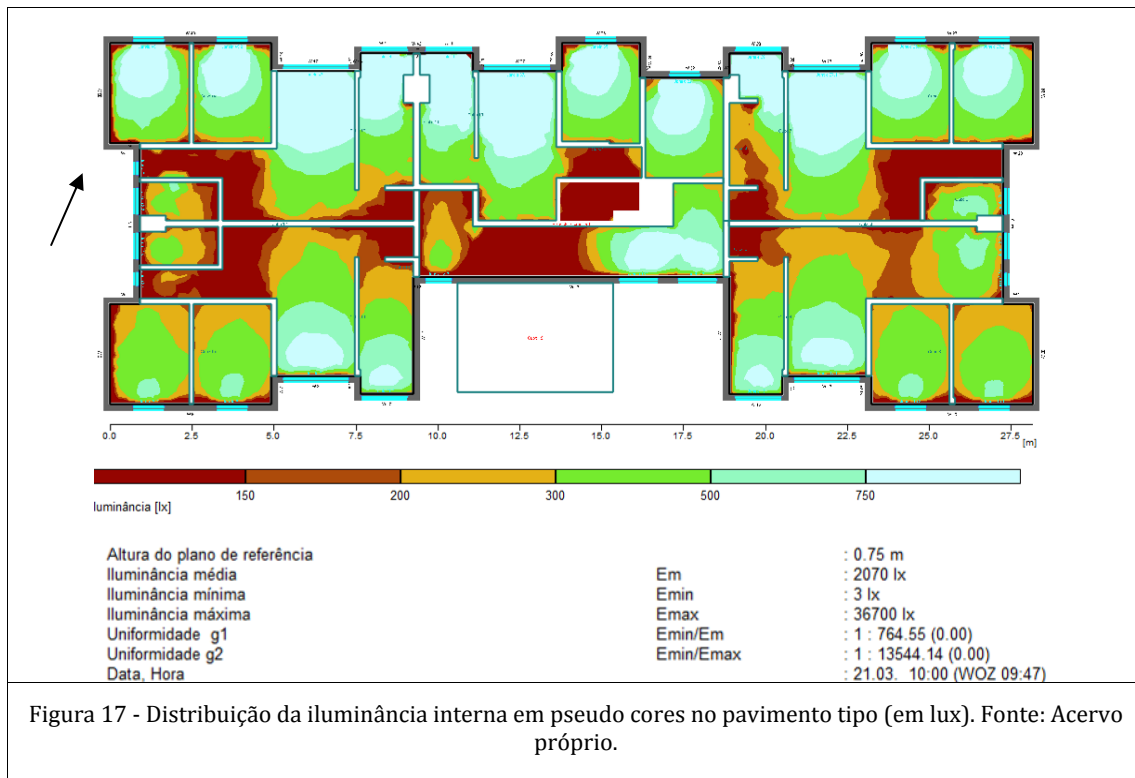


Figura 17 - Distribuição da iluminância interna em pseudo cores no pavimento tipo (em lux). Fonte: Acervo próprio.

No apartamento analisado (ver seta na figura 17) todos os ambientes podem ser usados durante o dia apenas com luz natural. Assim como nos apartamentos estudados acima, as únicas duas áreas que necessitam de iluminação artificial para complementar a natural é a estação de trabalho, bancada do banheiro e do lavabo.

As figuras 18 e 19 exibem algumas áreas do apartamento.

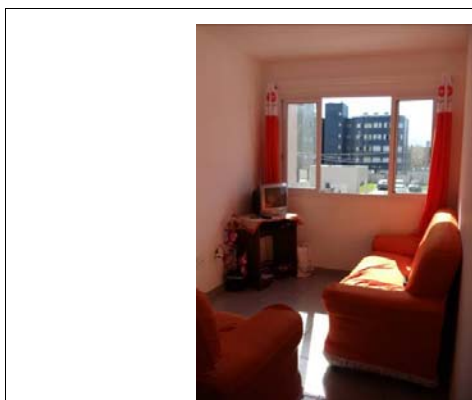


Figura 18 - Vista interna da tipologia V052-3. Fonte: Acervo próprio, 04 jul. 2012.



Figura 19 - Vista interna da tipologia V052-3. Fonte: Acervo próprio, 04 jul. 2012.

#### 4. CONCLUSÕES FINAIS

O projeto do Conjunto Rubens Lara possui solução de iluminação natural mais eficiente que os conjuntos tradicionais da CDHU. Durante o processo de projeto as preocupações com a iluminação natural previu vãos maiores para as janelas e esquadrias que permitiram iluminação na área total da abertura fato que não é recorrente nas habitações de interesse social, pois os conjuntos empregam



frequentemente janelas de quatro folhas de venezianas de correr, limitando a iluminação à metade do vão total da esquadria. Foi constatado nas visitas “in loco” que os condôminos economizam energia o dia todo porque as unidades são bem iluminadas naturalmente e é possível desenvolver as tarefas cotidianas sem o acionamento da iluminação artificial.

As análises elaboradas nesta pesquisa detalham as áreas que poderiam ser melhoradas com o aumento da iluminação natural e as regiões que contêm iluminação natural satisfatória. As plantas das tipologias modeladas no Relux Professional 2012 com as aberturas totais de janelas, empregando o vidro com transmissão luminosa de 80%, fator “vidro limpo”, posicionada em relação ao norte, latitude e longitude apresentam resultados similares aos verificados em levantamento de campo.

Os resultados podem servir de subsídios a novos projetos, para que esses conhecimentos incrementem a qualidade das habitações de interesse social, trazendo maior sustentabilidade a estas. O programa Relux Professional 2012 poderá ser utilizado durante novos processos projetuais para simular a iluminação natural destes, porque os experimentos demonstram a proximidade entre os resultados da simulação com este programa e os dados de campo após a construção dos edifícios.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCOWEB. **Para ONU, conjunto habitacional do CDHU em Cubatão é exemplo de sustentabilidade.** 21.07.2011 Disponível em: <http://www.arcoweb.com.br/noticias-em-geral/para-onu-conjunto-habitacional-cdhu-cubatao-exemplo-sustentabilidade-21-07-2011.html> Acesso em 17 fev. 2012, s/p.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO HABITACIONAL E URBANO DO ESTADO DE SÃO PAULO (CDHU). **Projeto do Conjunto Rubens Lara. Implantação, plantas, cortes e elevações.** Material cedido para a pesquisa acadêmicas, São Paulo, CDHU, 2012.

CORBELLA, Oscar e YANNAS, Simos. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos.** Rio de Janeiro, 2003.

FIGUEIREDO, Erika Ciconelli de. **Abordagem sustentável da luz natural. Análise do desenho de vãos e eficiência dos vedos translúcidos e transparentes em edifícios das cidades de São Paulo, Berlim e Frankfurt am Main durante as últimas décadas do século XX e primeira década do século XXI.** Dissertação de Mestrado, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo Mackenzie. São Paulo, 2011.

GONÇALVES, Joana Carla Soares. **The Environmental Performance of Tall Buildings.** Londres, 2010.

LEVISKY, Adriana e FERREIRA, Eduardo. **Conjunto Rubens Lara.** Arq!Bacana. Arquitetura, design, paisagismo, urbanismo e arquitetura corporativa. São Paulo: Arq!Bacana, 18 fev.2009. Disponível em: <http://www.arqbacana.com.br/arq!aqui/ADRIANA+LEVISKY+E+EDUARDO+FERREIRA+> Acesso em: 20 abr. 2012.

PISANI, Maria Augusta Justi, BRUNA, Gilda Collet, GIL, Erica Lemos e FIGUEIREDO, Erika Ciconelli de. **Sustentabilidade no projeto de habitação de interesse social: o Conjunto Rubens Lara em Cubatão.** Anais do Congresso Internacional: Sustentabilidade e Habitação de Interesse Social – CHIS, Porto Alegre, 28 a 31 de maio – ISSN 2177-5508.

SHARMAN, Cheryl e ROBERTS, Joan. **Dispositivos ajudam esclarecer papel da luz na saúde.** Scientific American Brasil, 2008. Disponível em:



**IV Congresso Brasileiro e III Congresso Ibero-Americano Habitação Social: ciência e tecnologia  
“Inovação e Responsabilidade”**

**12 a 15 de novembro de 2012, Florianópolis**

<[http://www2.uol.com.br/sciam/noticias/dispositivos\\_ajudam\\_esclarecer\\_papel\\_da\\_luz\\_na\\_saude\\_imprimir.html](http://www2.uol.com.br/sciam/noticias/dispositivos_ajudam_esclarecer_papel_da_luz_na_saude_imprimir.html)> Acesso em 14 abr, 2010.