

NATUREZA DO TRABALHO: PERÍCIA

MODELAGEM DA PERDA DE INSOLAÇÃO DE EDIFÍCIOS URBANOS

RESUMO:

O presente trabalho expõe os procedimentos utilizados no âmbito de uma perícia judicial para a investigação de eventual perda de insolação de um edifício urbano.

Palavras-chave: *modelagem computacional, iluminação natural, insolação, sombreamento.*

1 - INTRODUÇÃO

Com o *boom* imobiliário e o crescente adensamento dos grandes centros urbanos, tem se observado também um aumento das contendas judiciais requerendo indenização por prejuízos causados por novas construções a construções preexistentes, em particular no que se refere à perda de insolação.

No contexto das perícias judiciais, raramente a avaliação de eventual prejuízo à insolação de edificações é feita mediante a aplicação de modelos quantitativos, sendo tal questão avaliada de forma subjetiva, através de julgamento de engenharia. Em que pese a simplicidade de entendimento conferida pela abordagem subjetiva, o fato é que um Laudo que pretenda constituir prova técnica no âmbito de uma demanda judicial deveria se afastar tanto quanto possível do julgamento subjetivo e privilegiar o uso de modelos quantitativos, os quais, por serem auditáveis e aferíveis, podem subsidiar o magistrado na sua decisão de forma mais segura.

Atualmente, o perito judicial que se propõe a analisar essa questão tem à disposição um robusto arcabouço normativo sobre os procedimentos, já consagrados, para a avaliação da iluminação natural em edificações, os quais estão consolidados nas quatro partes da norma NBR 15215. Além disso, softwares disponíveis podem facilitar tanto a modelagem quanto a visualização de resultados, tornando o trabalho pericial mais amigável para o público leigo em geral.

O trabalho ora apresentado pretende expor o ferramental utilizado no âmbito de uma perícia judicial na qual o condomínio autor objetivava a indenização causada por prejuízos relacionados à construção de uma nova edificação em sua vizinhança, a qual estaria sendo erigida em desrespeito às normas da edilidade da cidade de São Paulo. Dentre os prejuízos alegados, o Autor invocava a perda de insolação e o devassamento causado pela construção da Ré.

2 – CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

O trabalho pericial objetivava apurar os eventuais danos causados a um condomínio existente, Autor do processo, em razão da construção de um novo empreendimento residencial em sua divisa direita. Os imóveis se localizam em uma região de alta renda e com grande adensamento do Município de São Paulo, como ilustra a Figura 1 a seguir.



Figura 01 – Aspecto da região onde se situa o imóvel de propriedade do condomínio Autor e aquele em construção pela Ré do processo.

O condomínio Autor alegava que a construção vizinha iria ocasionar grande prejuízo à insolação e devassamento da privacidade dos apartamentos nele abrigados, em particular devido à construção de uma mureta no nível do piso da piscina a qual estaria sendo feita em desatenção aos ditames da edilidade, conforme apresentado na Figura 02 a seguir.

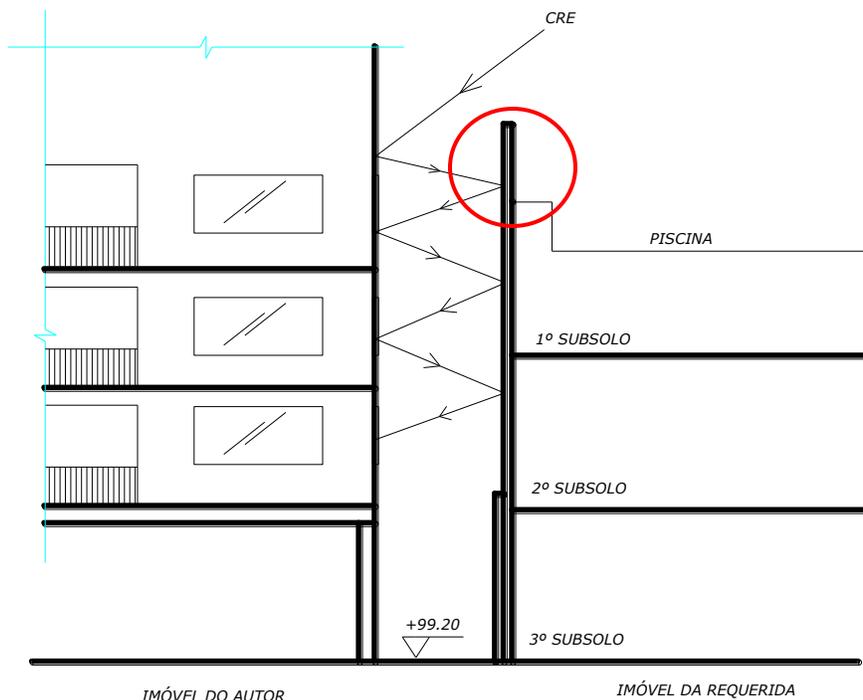


Figura 02 – Situação relativa dos imóveis sub-júdice. A construção guerreada pelo condomínio Autor era a mureta executada no nível do piso da piscina, destacada na figura.

No caso do processo ora em comento as alegações do condomínio Autor, ao menos no que se refere ao prejuízo à insolação, vieram desprovidas de qualquer elemento técnico comprobatório.

O Perito nomeado, também sem se utilizar de qualquer supedâneo técnico, concluiu que a construção da mureta, nos moldes do executado, configurava prejuízo de grande monta ao condomínio.

O Perito Judicial considerou que o prejuízo causado à insolação, o qual sequer foi constatado de maneira técnica, decorreu no rebaixamento do padrão construtivo do imóvel do condomínio Autor, ou seja:

- Antes da construção do prédio da Requerida → o prédio do Autor vinha classificado como padrão superior (coeficiente 2,20);
- Após a construção do prédio da Requerida → o prédio do Autor vem classificado (pelo perito) como de padrão médio (coeficiente 2,005);

Considerou ainda o perito que tal rebaixamento de padrão construtivo incorreria em uma perda equivalente a 9,7% do valor dos apartamentos situados nos andares

XVII COBREAP – CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/SC - 2013

mais baixos. Dentre outras conjecturas, o perito propôs o seguinte esquema de indenização:

- Apartamentos do 1º ao 5º andares: desvalorização de 9,7% em virtude da diminuição do padrão construtivo. Segundo o perito, a desvalorização desses apartamentos decorre ditamente do efeito da perda de insolação e ventilação;
- Apartamentos do 5º ao 10º andares: desvalorização equivalente à metade da desvalorização dos andares inferiores. O jurisperito fundamenta a necessidade dessa indenização somente pela desvalorização do edifício, sem intervenção direta da perda de insolação e ventilação;

Com base em pesquisa própria, o perito calculou a verba entendida por ele como indenizatória no valor de R\$ 400.000,00 (quatrocentos mil reais), data-base de outubro/2006.

Evidentemente que as conclusões alcançadas pelo Jurisperito suscitaram uma saraivada de críticas dos autores do presente trabalho, os quais atuavam como Assistentes Técnicos da incorporadora do Edifício vizinho, em construção, a qual figurava como Ré no processo.

Nos tópicos seguintes são apresentados os argumentos utilizados pelos Autores do presente trabalho nos questionamentos ao Laudo Pericial apresentado.

3 – APURAÇÃO DA EVENTUAL PERDA DE ILUMINAÇÃO DO IMÓVEL DO AUTOR

3.1 – Conceitos básicos de iluminação natural

Os Autores, nos autos do processo, apresentaram uma sintética exposição sobre o tema “Iluminação Natural”.

Um primeiro mito a ser desmistificado é o próprio conceito de iluminação natural: iluminação natural é a iluminação proveniente do espaço extraterrestre e que pode ocorrer sob duas formas: a radiação solar direta e a radiação difusa.

Segundo PETRUCCI e IOSHIMOTO (1996)*, a radiação solar direta é aquela proveniente diretamente do sol, com enorme capacidade luminosa e calorífica. Já radiação difusa é aquela indireta, resultante da difração da luz solar nas nuvens, poeiras em suspensão e outros obstáculos na atmosfera.

CARVALHO (1970) informa que um dos objetivos do estudo da iluminação dos edifícios é impedir a penetração da luz direta do sol (radiação direta), uma vez que esta parcela de luz é quase sempre indesejada devido à possibilidade de efeitos deletérios à saúde humana (fadiga visual em decorrência de ofuscamento, queimaduras, insolação

* PETRUCCI, A.L.; IOSHIMOTO, E. (1996) Iluminação. Apostila do curso da disciplina PCC 261-Física das Construções, do Departamento de Construção Civil da Escola Politécnica da USP.

XVII COBREAP – CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/SC - 2013

e câncer de pele). A radiação direta também agride as fachadas das edificações, cujos componentes normalmente não são resistentes à radiação ultravioleta, presente na luz solar.

A radiação direta, evidentemente, é bastante comprometida nos grandes centros urbanos, em decorrência da grande altura das edificações, proximidade dos prédios e grande ocupação do quarteirão, configurando-se o que se conhece por SÓLIDO EDIFICADO, como expõe Aguiar (2001).

A foto aérea a seguir permite consignar o elevado sombreamento na região que abriga o imóvel sub-júdice, em decorrência da magnitude dos prédios e densa ocupação dos quarteirões.

XVII COBREAP – CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES
E PERÍCIAS – IBAPE/SC - 2013

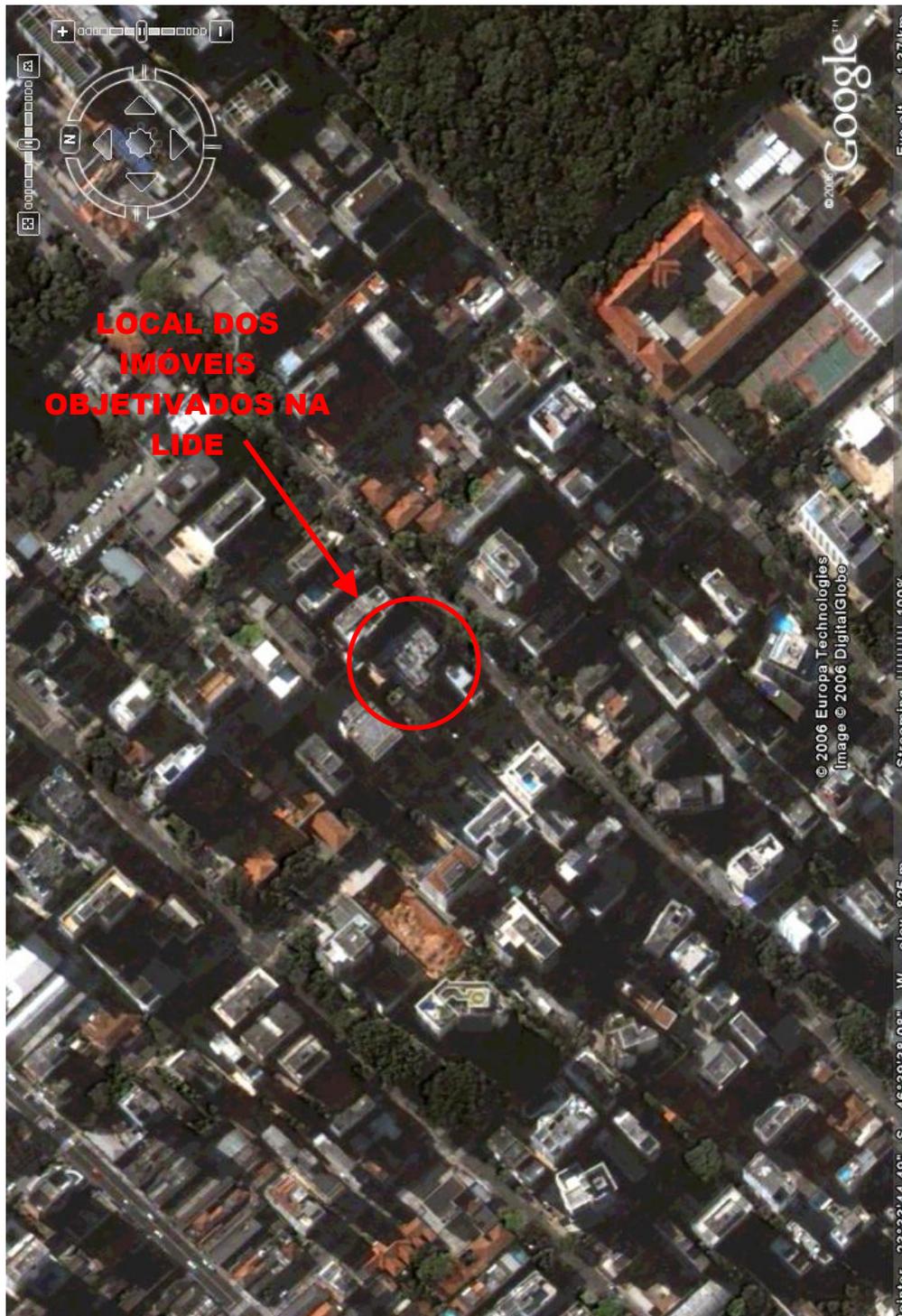


Figura 03 – Foto aérea da região onde se localizam os imóveis em questão. Observa-se o grande sombreamento que caracteriza a região (fonte: Google Earth).

Desta feita, o conforto térmico/visual dos moradores do prédio da Requerente ficou garantido através da RADIAÇÃO DIFUSA, não tendo como avariar-se a RADIAÇÃO DIRETA.

Por isso o presente estudo visa fornecer subsídios para atestar a realidade técnico-fática de que o muro divisório e a piscina não alteraram a radiação difusa do condomínio Autor.

3.2 – Cálculo da iluminação natural para o prédio do Requerente

Os Autores, nos autos do processo, apresentaram uma sintética exposição sobre o tema “Iluminação Natural”.

Uma grandeza importante para a análise da iluminação natural é a grandeza chamada ILUMINAMENTO ou ILUMINÂNCIA [E], que mede a intensidade luminosa uniforme por m², ou ainda, a densidade de fluxo luminoso recebido por uma superfície. Quanto maior a iluminância melhor o conforto visual existente.

A iluminância externa pode ser calculada pelas seguintes expressões:

a) Para céu claro:

$$E_h = 85.000\text{sen}^2(\gamma_s) + 6.500\text{sen}^2(2\gamma_s) + 280\text{arctg}(\gamma_s/18,9) \quad \text{(I)}$$

b) Para céu encoberto:

$$E_h = 300 + 21.000\text{sen}(\gamma_s) \quad \text{(II)}$$

Onde γ_s é a altitude solar, calculada em função da posição do sol ao longo do dia e do ano.

Para o cálculo da Iluminância Externa, são tomados os seguintes passos:

- Cálculo da declinação solar.
- Cálculo do ângulo horário local.
- Cálculo da altitude solar (γ_s), com os resultados dos cálculos dos itens anteriores.
- Obtenção da iluminância externa, em função de γ_s .

Assim sendo, passamos à análise:

3.3 - Cálculo da declinação solar:

A declinação solar, indicada por “ δ ”, representa o ângulo formado entre os raios solares e o equador, como mostra a figura a seguir:



Figura 04 – Representação da declinação solar.

A declinação solar pode ser avaliada pela seguinte expressão (NBR 15215-2):

$$\delta = 23,45^\circ \text{ sen}(29,7^\circ M + 0,98^\circ D - 109^\circ) \quad \text{(III)}$$

Onde:

δ = declinação solar dada em graus;

M = n° do mês do ano, sendo igual a 1 para janeiro e 12 para dezembro;

D = n° do dia do mês, variando de 1 a 30 ou 31, exceto para o mês de fevereiro.

Calculando-se a declinação solar para a data o dia 21 dos diversos meses, teremos:

Tabela 01 – Declinação Solar.

jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
-20,041	-11,376	0,278	11,859	20,325	23,450	20,414	12,014	0,458	-11,218	-19,947	-23,435

**XVII COBREAP – CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES
E PERÍCIAS – IBAPE/SC - 2013**

A altura solar é o ângulo entre o plano horizontal e os raios solares e varia com latitude, com o dia do ano e com o horário local. A figura a seguir ilustra essa definição.

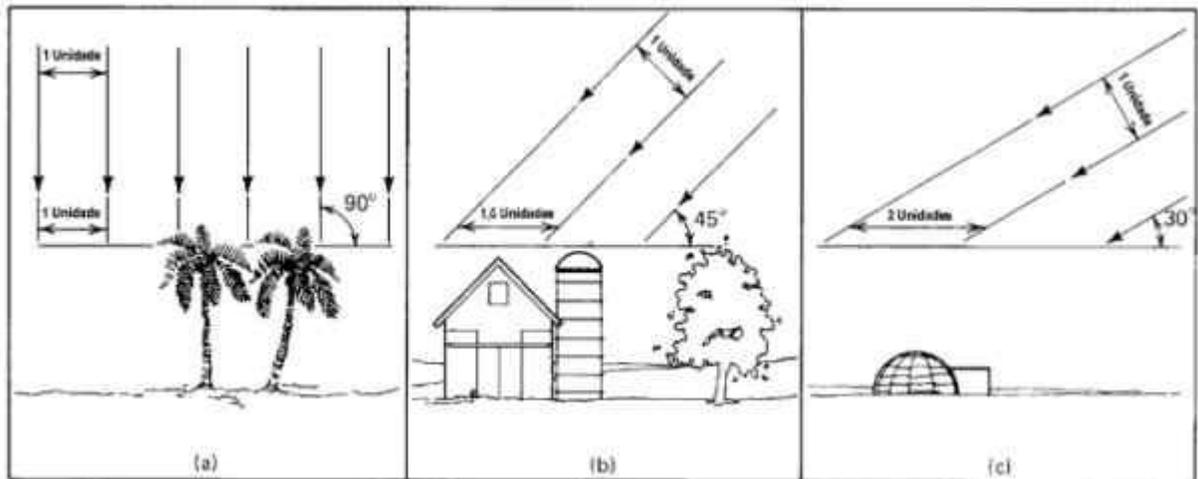


Figura 05 – Representação da altura solar.

Para sua determinação, utilizamos a equação abaixo:

$$\gamma_s = \arcsen(\sen\phi * \sen\delta - \cos\phi * \cos\delta * \cos(15hs)) \quad \text{(IV)}$$

Onde:

γ_s = altura solar;

ϕ = latitude local = $-22,44^\circ$;

δ = declinação solar = $-14,65^\circ$;

$$hs = h + \frac{(\lambda_p - \lambda)}{15} + x_h - c$$

h = hora local marcada no relógio;

λ = longitude do local, em graus = $46^\circ 39' 44'' = 46,66^\circ$;

λ_p = longitude do meridiano padrão local, em graus = 45° ;

X_h = expressão horária, dada por:

$$X_h = 0,170.\sen[1,93(J)-154,4] - 0,129.\sen[1,01(J)-8,08]$$

c = correção do horário de verão;

J = dia Juliano, dado por $J = i + D$, onde i é o valor numérico mensal (Tabela 1 da NBR 15215-2) e D é o dia do mês.

A tabela a seguir apresenta o cálculo da altura solar γ_s :

XVII COBREAP – CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/SC - 2013

Tabela 02 – Variação da altura solar.

Hora	altura solar											
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
8	30,58	23,18	15,44	9,23	4,72	1,64	0,28	1,62	6,38	12,97	17,79	18,11
9	44,20	36,93	28,94	22,07	16,85	13,55	12,66	14,75	20,04	26,68	31,23	31,32
10	57,92	50,56	41,96	34,04	27,91	24,41	24,14	27,26	33,41	40,41	44,86	44,76
11	71,64	63,72	53,85	44,43	37,22	33,59	34,16	38,65	46,12	53,97	58,59	58,35
12	84,59	74,83	63,03	51,91	43,72	40,14	41,77	47,98	57,31	66,83	72,30	72,04
13	79,57	76,74	66,08	54,57	46,12	42,95	45,72	53,60	64,80	76,55	85,03	85,78
14	66,02	67,00	61,00	51,40	43,77	41,35	45,03	53,75	64,99	74,76	78,88	80,46
15	52,28	54,13	50,83	43,57	37,32	35,75	39,88	48,35	57,74	63,73	65,32	66,73
16	38,59	40,57	38,54	32,99	28,03	27,20	31,45	39,16	46,65	50,60	51,58	53,07
17	25,04	26,83	25,35	20,92	16,98	16,73	20,94	27,85	33,99	36,97	37,89	39,53

3.4 - Cálculo da iluminância externa:

O cálculo da iluminância é feito com base nas fórmulas (I) e (II). Aplicando-se a referida formulação para os dados da tabela anterior, teremos a tabela e o gráfico abaixo:

Tabela 03 – Iluminância para céu claro.

Hora	Iluminância Externa (lux) - céu claro											
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
8	27443,21	16923,06	7966,18	2976,93	821,87	114,68	6,85	112,13	1462,09	5714,62	10400,45	10751,67
9	48459,61	37226,34	25000,75	15477,17	9389,10	6216,87	5459,86	7306,91	12970,41	21714,39	28421,00	28554,67
10	67149,54	57710,37	45042,17	32732,31	23481,79	18562,15	18198,78	22550,48	31752,05	42656,21	49450,32	49302,44
11	79952,39	73375,78	62119,05	48815,60	37687,50	32036,21	32913,58	39921,22	51327,90	62272,69	67919,10	67649,77
12	85724,97	81947,40	72696,88	59556,17	47732,67	42233,83	44755,75	54054,84	66423,40	76228,63	80391,38	80222,89
13	84215,43	82956,97	75577,07	63049,08	51327,05	46557,33	50741,85	61797,36	74412,78	82864,39	85812,83	85948,58
14	75526,08	76378,74	70594,13	58856,13	47814,59	44109,61	49707,44	61983,96	74587,83	81907,63	83937,49	84549,40
15	60049,18	62479,08	58079,94	47514,76	37835,37	35382,92	41835,93	54592,19	66939,14	73382,62	74890,25	76147,79
16	39822,90	42894,64	39742,92	31113,16	23657,32	22455,49	28763,25	40714,45	52122,82	57754,33	59099,17	61101,67
17	19427,14	21931,86	19855,69	14035,41	9532,46	9270,98	14060,68	23391,46	32652,14	37288,14	38728,19	41286,24

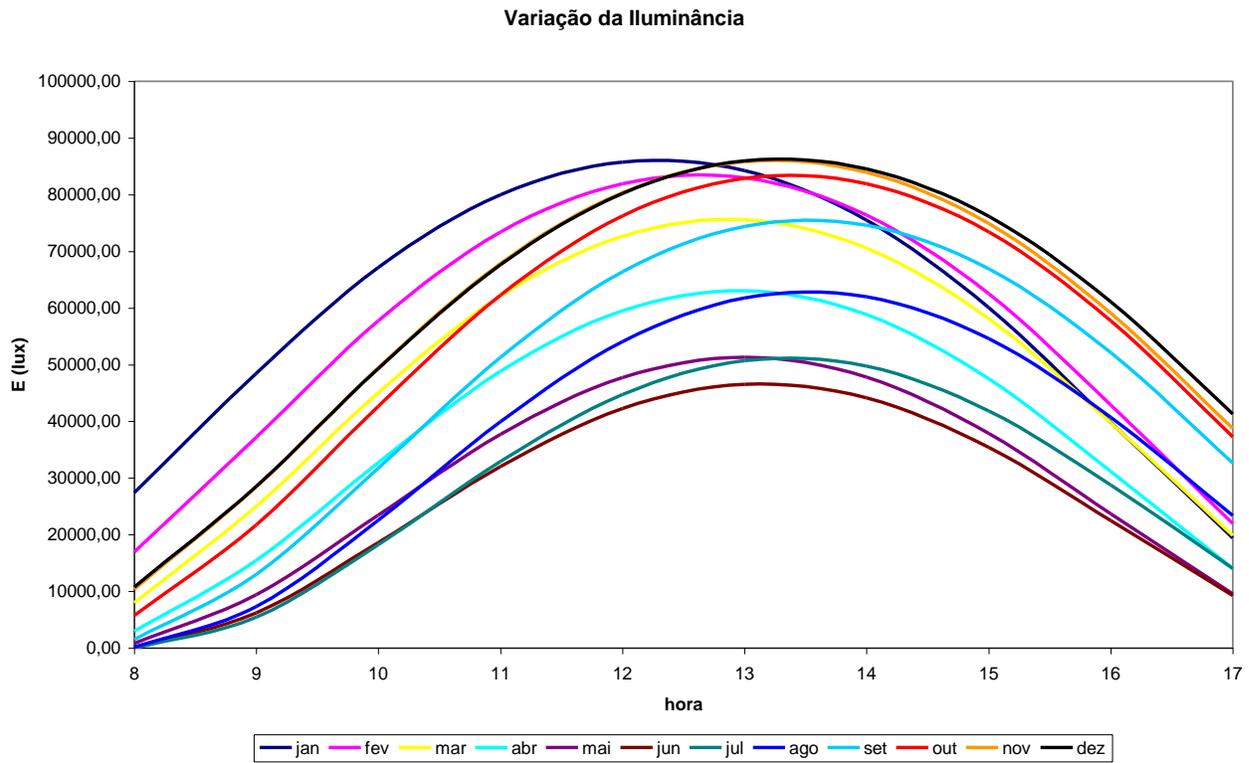


Gráfico 01 – Iluminância em função da hora local e dos meses do ano.

Observa-se que a maior iluminância acontece quando o sol está a pino (o que corrobora o conhecimento empírico que se tem, naturalmente).

4 – CÁLCULO DA ILUMINÂNCIA EM UM PONTO INTERNO

4.1 – Preliminares:

A luz natural deve ser utilizada para iluminação do meio interno das residências. No entanto, devido aos obstáculos, somente uma parcela dessa luz será aproveitada no interior do imóvel. A luz que atinge um determinado ponto do plano de trabalho (interior ao imóvel) provém basicamente das seguintes fontes:

- Diretamente da abóboda celeste = componente celeste (CC).
- Por reflexão externa em uma obstrução (CRE).
- Por reflexões internas em piso, parede e teto (CRI).

A figura seguinte ilustra essa situação:

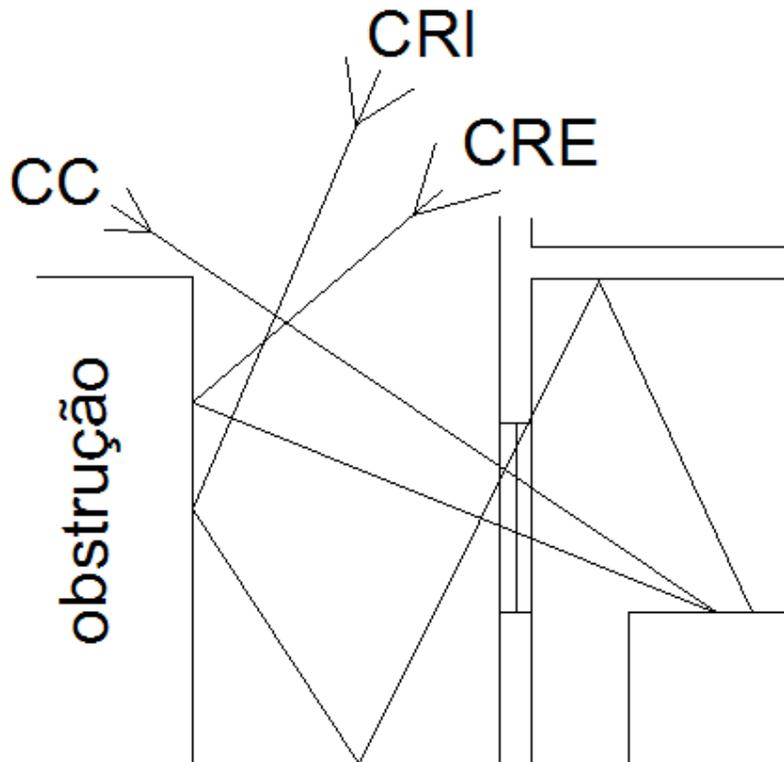


Figura 06 – Fontes de iluminação natural num ponto de trabalho (interno) em um dos apartamentos do condomínio Autor voltados para a construção da Requerida.

Essa porcentagem da luz externa que chega ao ambiente interno é um fator conhecido como Fator de Luz Diurna (FLN) e é aplicado da seguinte maneira:

$$E_p = FLN \times E_h \quad (V)$$

Onde:

E_p = iluminância em um ponto interno, em lux.
 E_h = iluminância externa (já obtida na tabela anterior)
FLN = fator de luz diurna.

O fator de luz diurna pode ser obtido através dos seguintes cálculos:

- Cálculo da componente celeste.
- Cálculo do componente de reflexão externa.
- Cálculo do componente de reflexão interna.
- Consideração à respeito da limpeza dos vidros (fator de manutenção dos vidros).
- Consideração à respeito dos caixilhos.
- Consideração à respeito da transmitância do vidro.

Nesta análise, considerou-se como plano de trabalho um local (interno) situado a 1,50m da janela de qualquer dos cômodos com janelas voltadas para o corredor lateral externo do imóvel do Autor, próximo à divisa com o prédio da Requerida. O plano de trabalho poderia ser, por exemplo, uma mesa situada em um dos dormitórios dos apartamentos da Requerente e distante 1,50 da janela do referido dormitório.

Foram confrontadas duas situações: a primeira buscou o cálculo do conforto visual COM O MURO EXATAMENTE COMO ESTÁ (“NÃO CONFORME”) e uma segunda teve por objetivo calcular o conforto visual COM A SITUAÇÃO DE PROJETO (GRADE). Da confrontação das duas situações retro restaria apurado o suposto prejuízo decorrente da não conformidade alegada pelo Autor e confirmada pelo jurisperito.

Cumprе salientar que a simulação foi feita considerando-se os apartamentos dos três primeiros andares do Edifício do Autor.

4.2 – Iluminância no ponto interno considerando a existência da mureta:

A luz natural deve ser utilizada para iluminação do meio interno das residências. No entanto, devido aos obstáculos, somente uma parcela dessa luz será aproveitada no interior do imóvel. A luz que atinge um determinado ponto do plano de trabalho (interior ao imóvel) provém basicamente das seguintes fontes:

a) Cálculo da Componente Celeste (CC):

Esse cálculo levará em conta a seguinte situação:

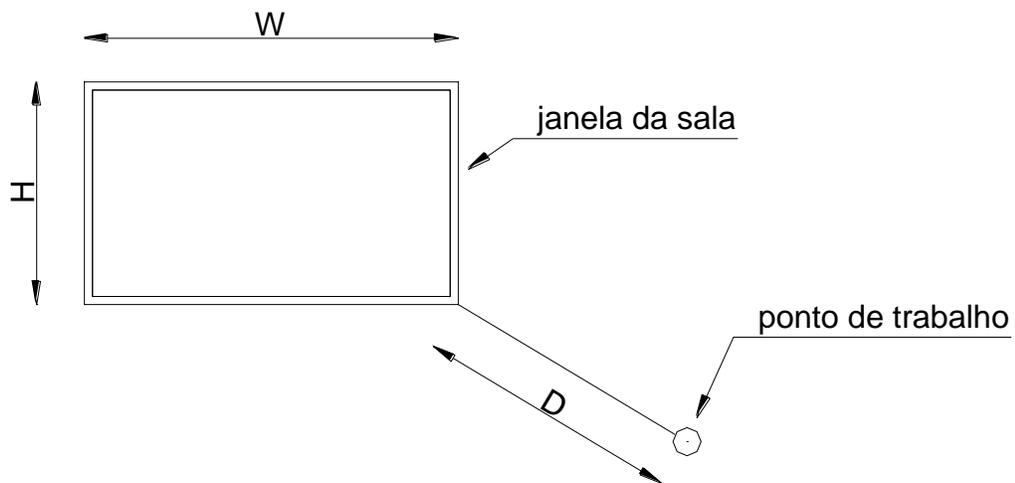


Figura 07 – Janela sem obstrução e ponto de trabalho interno ao imóvel.

**XVII COBREAP – CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES
E PERÍCIAS – IBAPE/SC - 2013**

$$CC = \frac{1}{14\pi} \cdot (3 \cdot (\arctg(x) - \frac{1}{A} \cdot \arctg(\frac{X}{A})) + 4 \cdot (\arctg(\frac{X \cdot Y}{B}) - \frac{X \cdot Y}{A^2 \cdot B}))$$

Onde:

$$X = \frac{W}{D}$$

$$Y = \frac{H}{D}$$

$$A = \sqrt{1 + Y^2}$$

$$B = \sqrt{1 + X^2 + Y^2}$$

Em função da grande ocupação da quadra onde se situam os edifícios do Autor e Ré, bem como em função da disposição da quadra frente aos pontos cardeais, os autores do presente trabalho consideraram que não havia a parcela de Componente Celeste (CC) no ponto de trabalho situado no interior dos apartamentos dos três primeiros andares do Edifício do Autor. Desta forma, tem-se:

$$CC = 0,00$$

b) Cálculo do Componente de Reflexão Externa (CRE):

A componente de reflexão externa é avaliada de forma análoga à componente celeste, porém com fator de forma determinado apenas para a parte obstruída da janela, ou seja, para a área da janela que tem a visão do céu obstruída por um determinado obstáculo externo, conforme esquema abaixo:

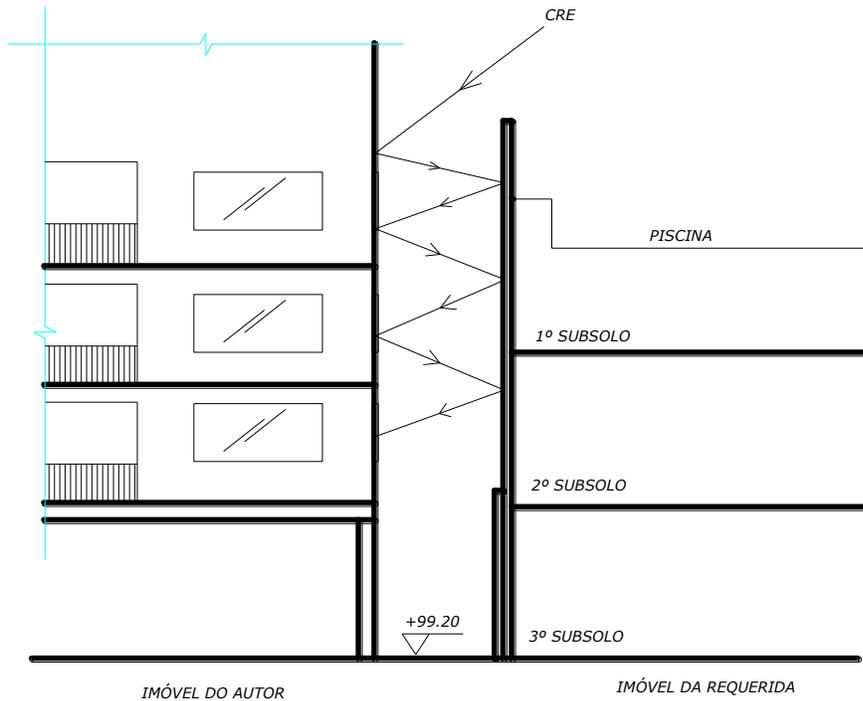


Figura 08 – Obstrução externa.

A CRE pode ser calculada através do diagrama para construções de máscaras, preconizado em norma, ou pode ser calculada através da seguinte fórmula:

$$FF_0 = \frac{1}{2\pi} \cdot \left(\arctg(X) - \frac{1}{A} \cdot \arctg\left(\frac{X}{A}\right) \right)$$

Onde:

$$h = D \cdot \operatorname{tg}(\alpha)$$

$$X = W / D$$

$$Y = h / D$$

$$A = \sqrt{1 + Y^2}$$

Considerando-se $h = 1,5\text{m}$ (toda a janela obstruída), $W = 1,50\text{m}$ e $D = 1,0\text{m}$ e substituindo-se esses valores na fórmula acima, obtém-se:

**XVII COBREAP – CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES
E PERÍCIAS – IBAPE/SC - 2013**

$$FFo = 0,095$$

Considerando-se a reflectância externa de 0.2, a componente de reflexão externa fica:

$$CRE = 0,095 \times 0,2 \Rightarrow CRE = 0,019$$

c) Cálculo da Componente de Reflexão Interna (CRI):

Representa a parcela da luz externa que não atinge diretamente o ponto estudado, mas através de reflexões internas no recinto, em teto, paredes e piso. É obtida através da seguinte fórmula:

Onde:

$$CRI = \frac{0,85 \cdot A_j}{A_i \cdot (1-r)} \cdot (C \cdot r_{\text{piso}} + 0,5 \cdot r_{\text{teto}} \cdot r_{\text{ext}})$$

- A_j = área da janela;
- A_i = área interna do recinto;
- r = reflectância média das paredes, piso, teto, dado pela expressão abaixo.

$$r = \frac{r_{\text{piso}} \cdot A_{\text{piso}} + \sum (r_{\text{parede}} \cdot A_{\text{parede}}) + r_{\text{teto}} \cdot A_{\text{teto}}}{A_{\text{piso}} + A_{\text{parede}} + A_{\text{teto}}}$$

- C = constante de obstrução da janela, dada pela tabela abaixo.

C	[°]
0,39	0
0,35	10
0,31	20
0,26	30
0,20	40
0,15	50
0,10	60
0,07	70
0,05	80

**XVII COBREAP – CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES
E PERÍCIAS – IBAPE/SC - 2013**

Admitindo-se que o piso e o teto possuem áreas iguais a 15,0m² e as paredes área aproximada de 45,0m², e considerando-se ainda:

- reflectância das paredes = 80%
- reflectância do teto = 50%
- reflectância do piso = 20%
- reflectância externa = 20%
- Constante de obstrução da janela (tabelado) $C = 0,39$.
- área da janela = 2,25m²
- área interna do recinto = 75m², teremos:

$$CRI = 0,01$$

d) Fator de manutenção do vidro(M):

Considerando-se ambiente urbano, tem-se $M = 0,9$.

e) Coeficiente de caixilho (β) :

Reflete a relação entre a área envidraçada de uma janela e a área total, descontando, portanto, a área obstruída pelo caixilho, tem-se $\beta = 0,80$.

f) Transmitância do vidro (T):

Também tabelado, leva em conta a perda de uma parcela da luz devido à reflexão. Considerando-se vidro transparente polido, seu valor seria $T = 0,92$.

g) Cálculo do Fator de Luz Diurna (FLN):

Feitos todos os cálculos das variáveis, calcula-se o fator de luz diurna pela seguinte expressão:

$$FLN = (CC + CRE + CRI) M\beta T$$

Onde:

$$\begin{aligned} CC &= 0,00 \\ CRE &= 0,019 \\ CRI &= 0,01 \\ M &= 0,90 \end{aligned}$$

**XVII COBREAP – CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES
E PERÍCIAS – IBAPE/SC - 2013**

$\beta = 0,80$

$T = 0,92$

Obtém-se :

FLN = 0,019 OU 1,9% DA ILUMINÂNCIA EXTERNA.

Iluminância Interna (lux) - céu claro												
Hora	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
8	548,86	338,46	159,32	59,54	16,44	2,29	0,14	2,24	29,24	114,29	208,01	215,03
9	969,19	744,53	500,01	309,54	187,78	124,34	109,20	146,14	259,41	434,29	568,42	571,09
10	1342,99	1154,21	900,84	654,65	469,64	371,24	363,98	451,01	635,04	853,12	989,01	986,05
11	1599,05	1467,52	1242,38	976,31	753,75	640,72	658,27	798,42	1026,56	1245,45	1358,38	1353,00
12	1714,50	1638,95	1453,94	1191,12	954,65	844,68	895,12	1081,10	1328,47	1524,57	1607,83	1604,46
13	1684,31	1659,14	1511,54	1260,98	1026,54	931,15	1014,84	1235,95	1488,26	1657,29	1716,26	1718,97
14	1510,52	1527,57	1411,88	1177,12	956,29	882,19	994,15	1239,68	1491,76	1638,15	1678,75	1690,99
15	1200,98	1249,58	1161,60	950,30	756,71	707,66	836,72	1091,84	1338,78	1467,65	1497,80	1522,96
16	796,46	857,89	794,86	622,26	473,15	449,11	575,27	814,29	1042,46	1155,09	1181,98	1222,03
17	388,54	438,64	397,11	280,71	190,65	185,42	281,21	467,83	653,04	745,76	774,56	825,72

Tabela 04 – Iluminâncias internas no ponto de trabalho, em lux.

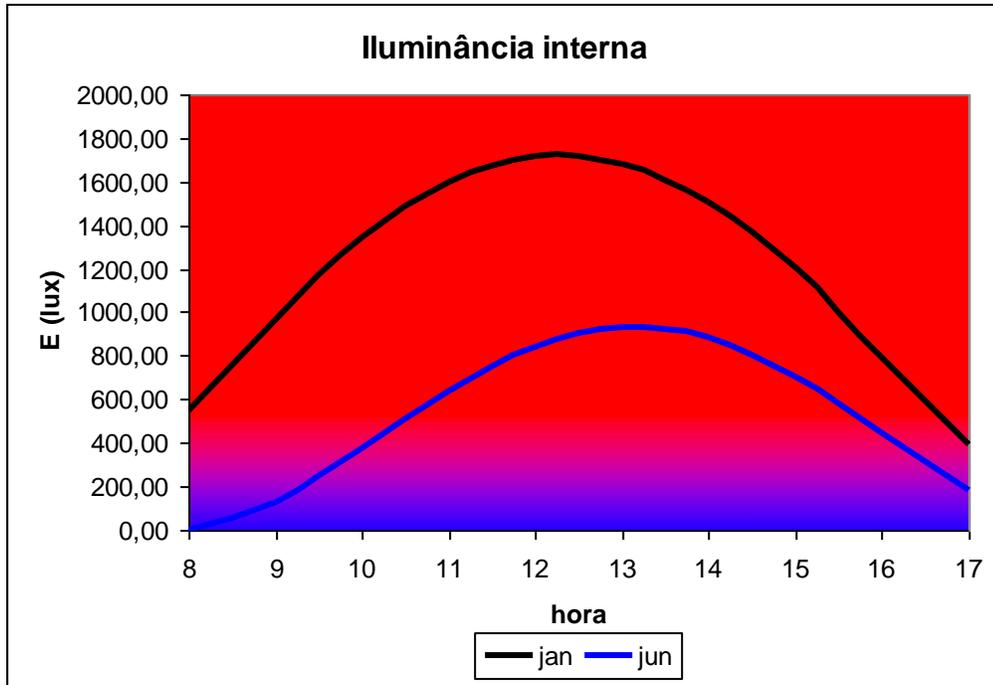


Gráfico 02 – Iluminâncias internas no ponto de trabalho, em lux, para os meses de janeiro e junho.

4.3 – Iluminância no ponto interno considerando a existência de grade:

A situação objetivada no presente item segue ilustrada abaixo:

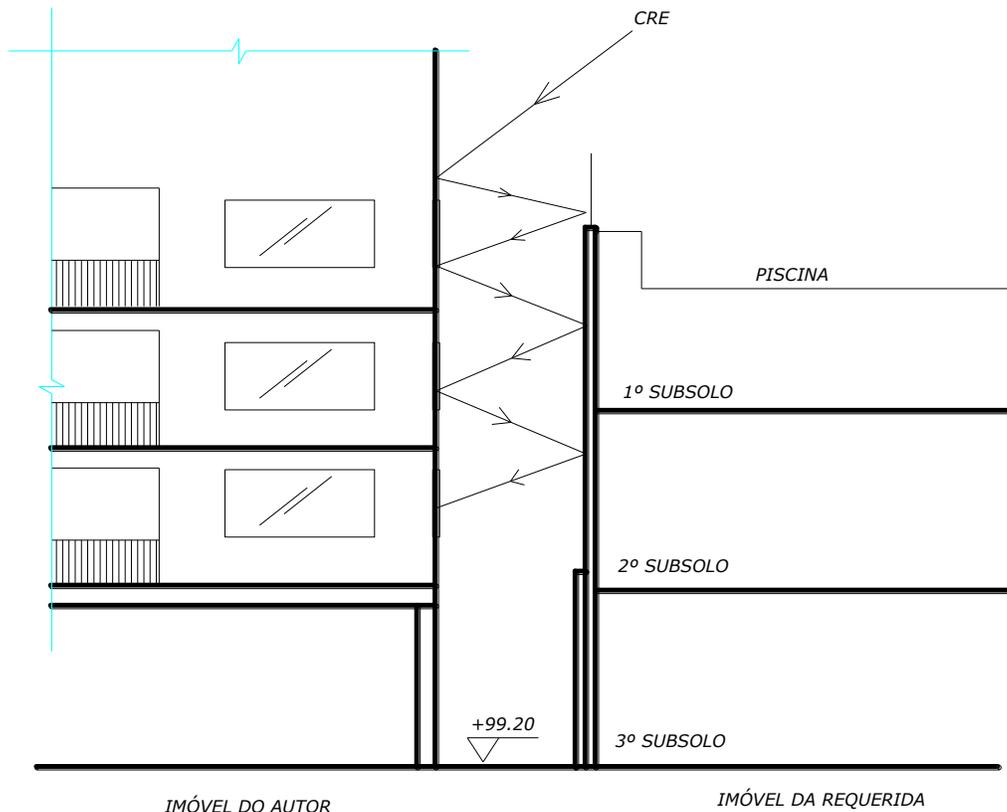


Figura 09 – Componente de Reflexão Externa.

Sob esta consideração, os apartamentos inferiores continuam sendo difusamente iluminados apenas pela Componente de Reflexão Externa (CRE) e pela Componente de Reflexão Interna (CRI).

A componente de reflexão externa (CRE) permanece inalterada, haja vista que as janelas dos pavimentos inferiores se mantêm obstruídas pelas construções vizinhas. A componente de reflexão interna (CRI) também se mantém, haja vista que as características internas dos apartamentos continuam as mesmas, por hipótese.

Desta feita, pode-se certificar que a inclusão da grade não altera as condições de iluminação dos apartamentos situados nos pavimentos inferiores.

Do exposto, nota-se que a eventual não conformidade existente no muro divisorio não altera as condições de iluminação dos apartamentos do condomínio Autor, ou seja, não altera o conforto visual dos moradores dos apartamentos do imóvel do Autor.

O sombreamento da fachada do Autor não decorre do muro divisório, mas sim dos prédios erigidos na quadra, inclusive do corpo principal do prédio da Requerida, cuja legalidade construtiva não foi questionada. Ademais, o corpo principal do prédio já se encontrava concluído e foi executado em total conformidade com o projeto aprovado na Edilidade.

4.4 – Da influência dos prédios vizinhos na insolação do imóvel do Autor:

Como já consignado, o sombreamento não é um fenômeno raro nos grandes centros urbanos. Ao contrário, é um fenômeno rotineiro em função da proximidade e da altura das edificações de determinada quadra (Aguiar, 2001).

A fim de corroborar tal assertiva, em linha também com as conclusões alcançadas no item 4.3 do presente artigo, os autores empreenderam uma simulação computacional do fenômeno do sombreamento na quadra onde se localizam os prédios do Requerente e Requerido, considerando-se duas situações distintas:

A – Com grade colocada na divisa.

B – Com a situação atual (muro de alvenaria em cota superior à do deck da piscina).

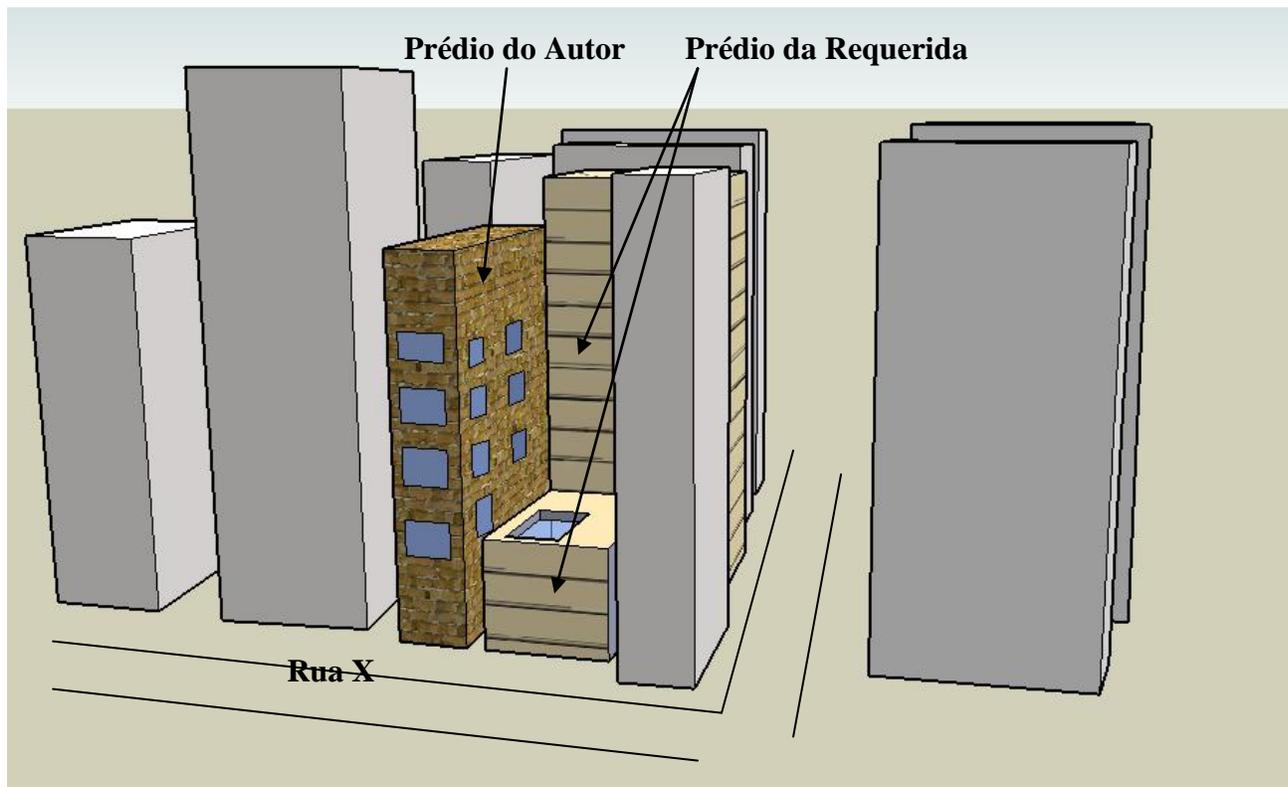


Figura 10 – Modelo computacional de alguns prédios da quadra de interesse e de uma quadra vizinha (somente grade colocada na divisa).

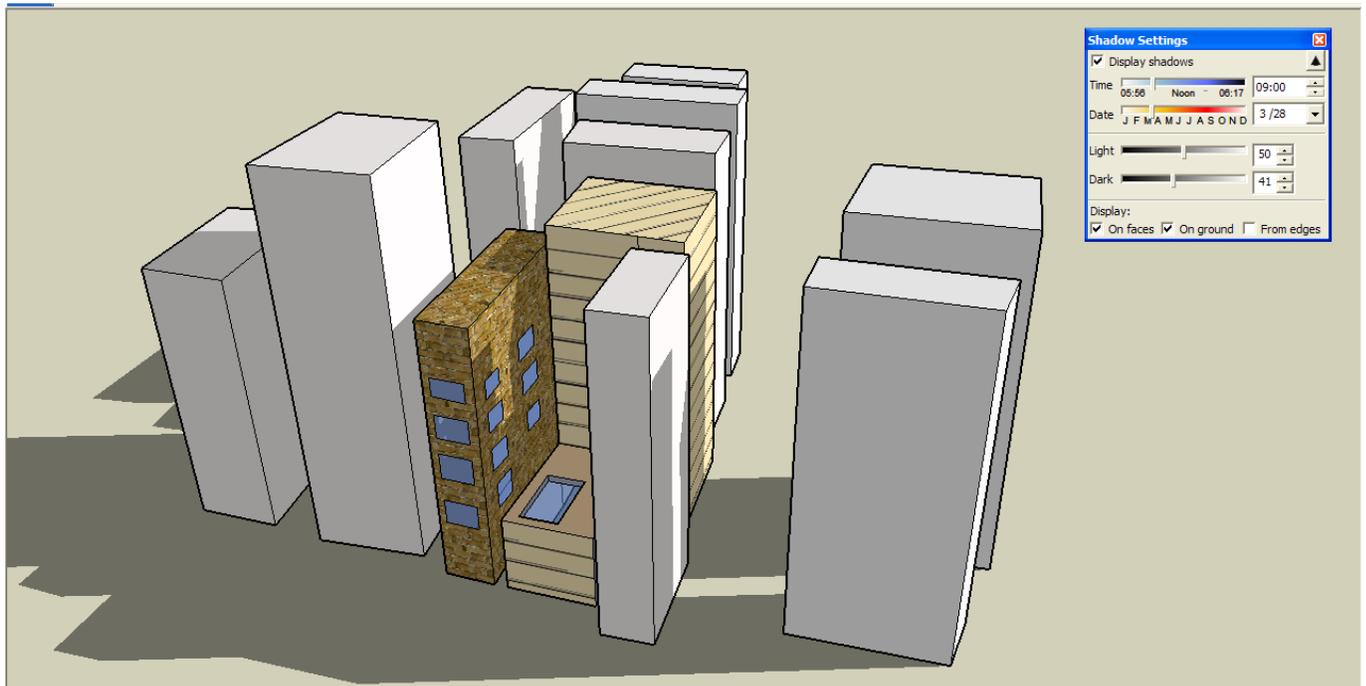


Figura 11 – Sombreamento do quarteirão às 9:00hs da manhã, entre o solstício de verão e um equinócio.

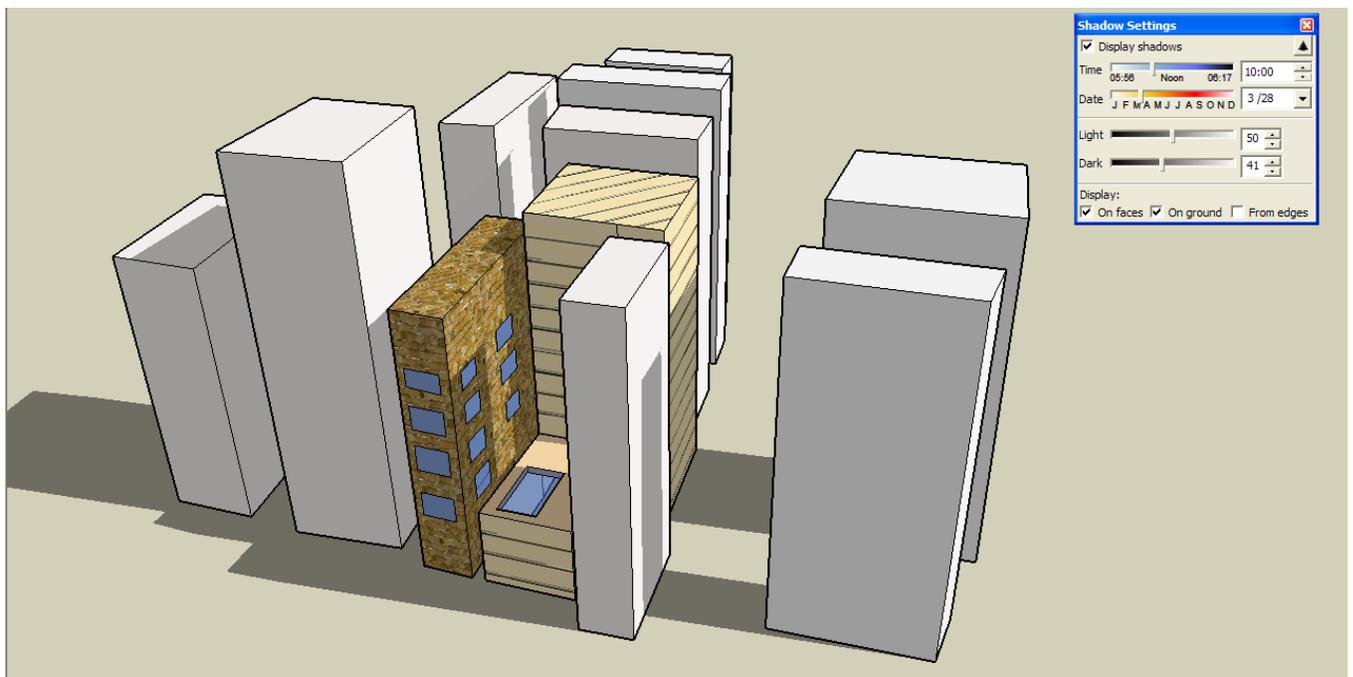


Figura 12 – Sombreamento do quarteirão às 10:00hs da manhã, entre o solstício de verão e um equinócio.

**XVII COBREAP – CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES
E PERÍCIAS – IBAPE/SC - 2013**

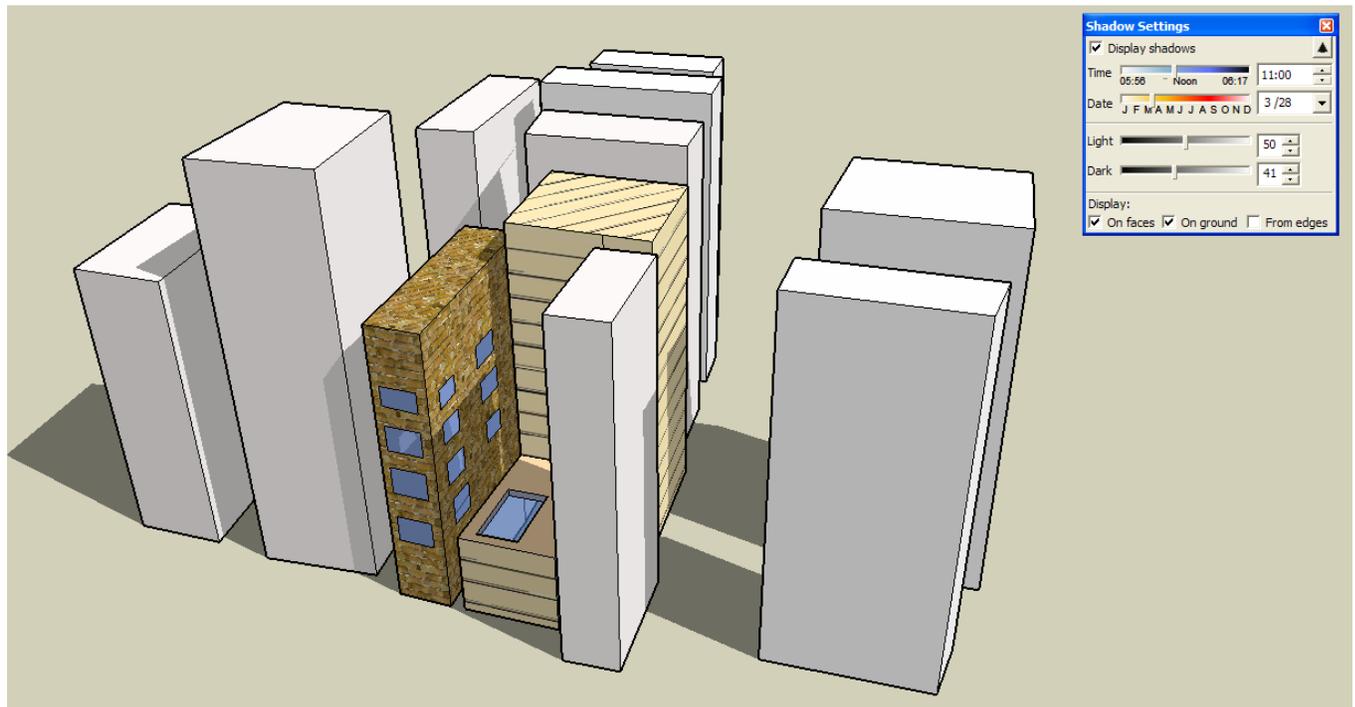


Figura 13 – Sombreamento do quarteirão às 11:00hs da manhã, entre o solstício de verão e um equinócio.

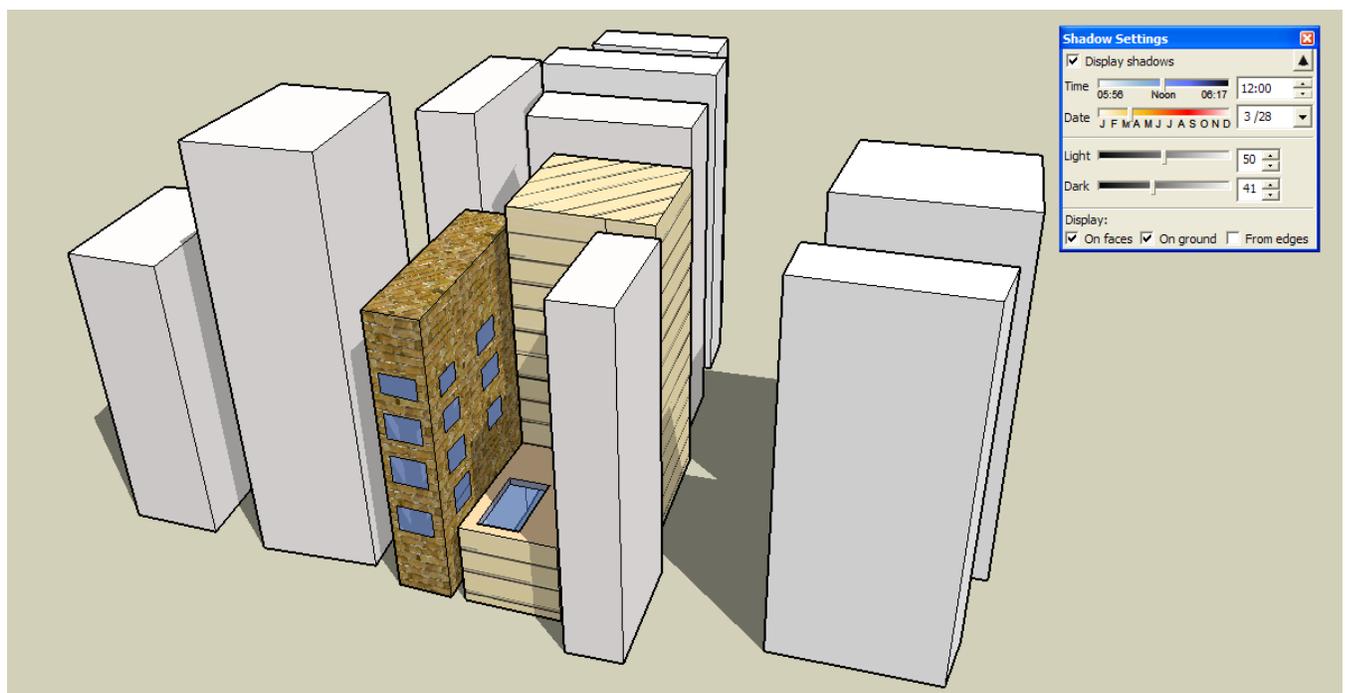


Figura 14 – Sombreamento do quarteirão às 12:00hs da manhã, entre o solstício de verão e um equinócio.

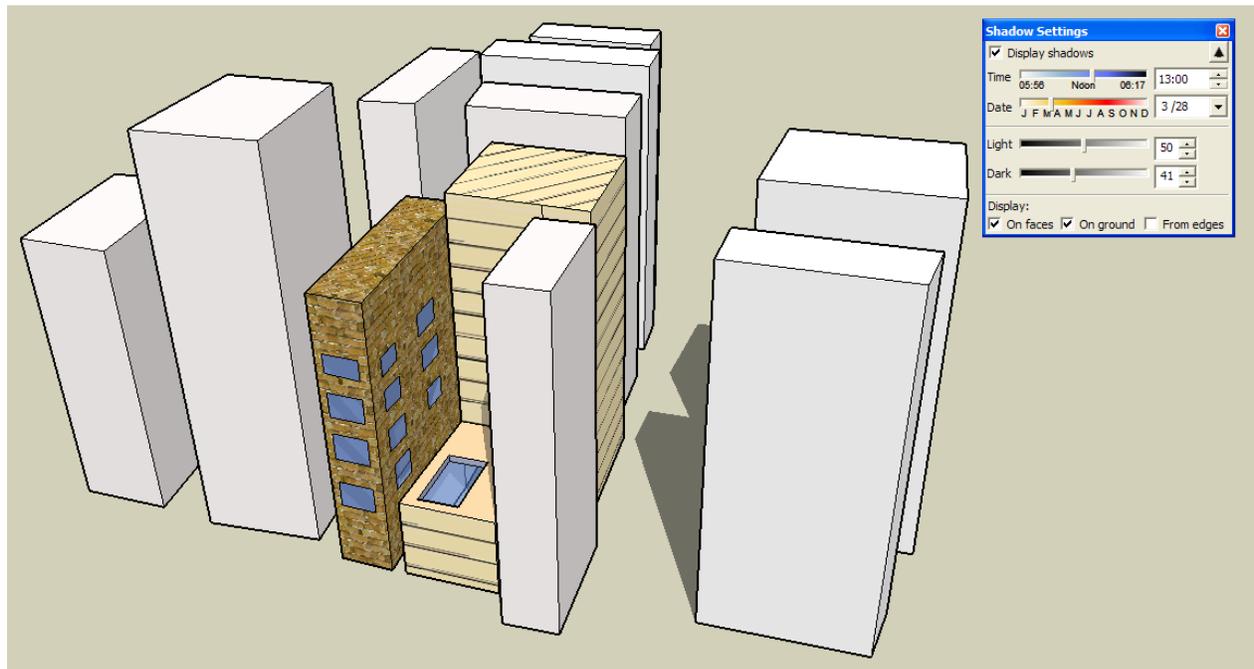


Figura 15 – Sombreamento do quarteirão às 13:00hs da tarde, entre o solstício de verão e um equinócio.

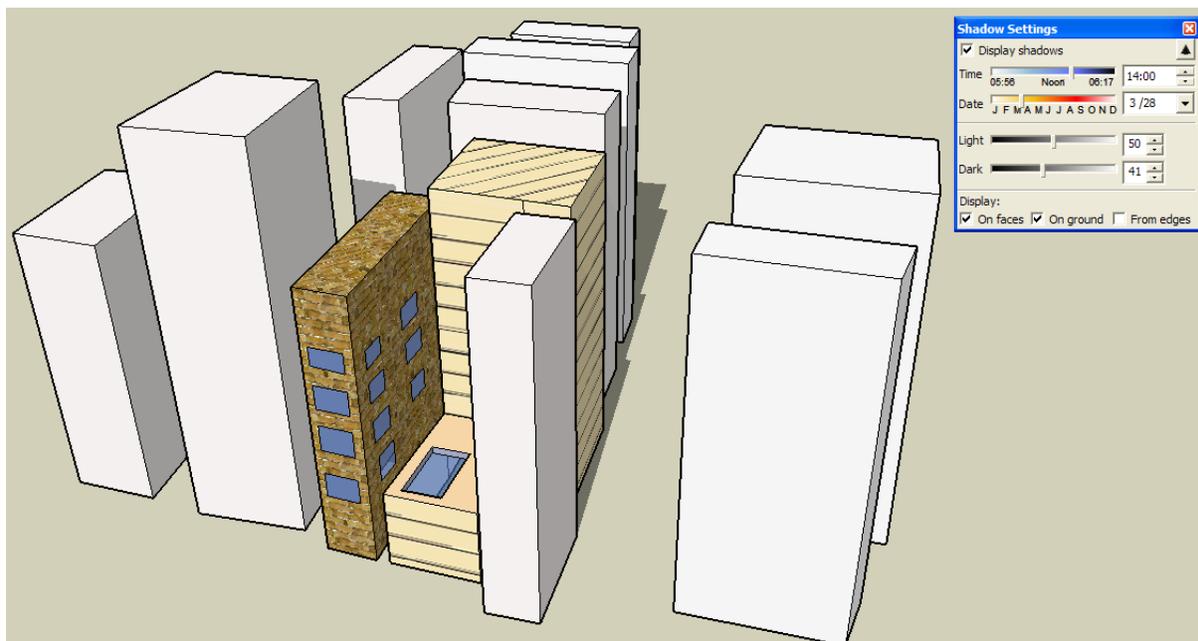


Figura 16 – Sombreamento do quarteirão às 14:00hs da tarde, entre o solstício de verão e um equinócio. A fachada lateral do prédio do Autor (voltada para o prédio da Requerida) já não está iluminada diretamente.

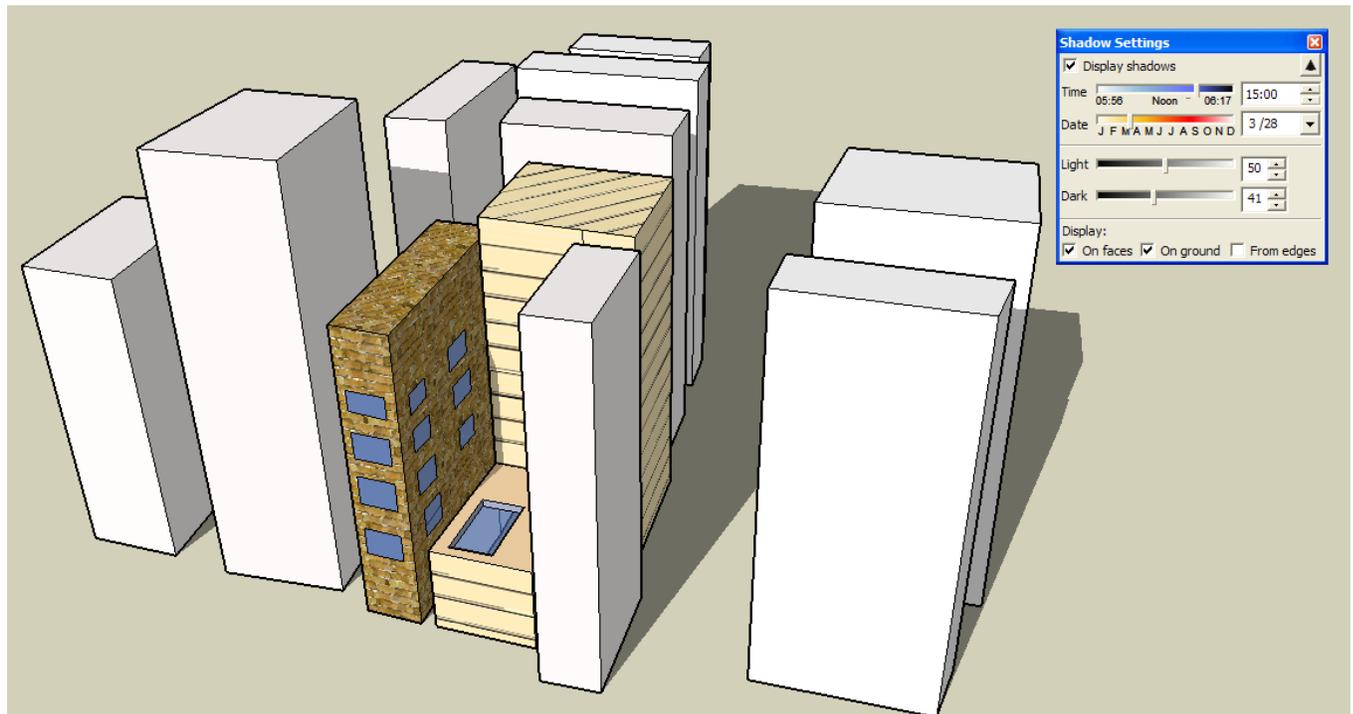


Figura 17 – Sombreamento do quarteirão às 15:00hs da tarde, entre o solstício de verão e um equinócio.

Os autores do presente artigo ainda procederam, por ocasião da elaboração do Parecer Técnico Divergente, uma simulação considerando-se o alteamento do muro divisório, no intuito de representar a situação atual da divisa.

A figura a seguir ilustra a introdução do muro divisório no nível do deck da piscina, entendido pelo Jurisperito como causador de todo o prejuízo à iluminação do imóvel do Autor.

**XVII COBREAP – CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES
E PERÍCIAS – IBAPE/SC - 2013**

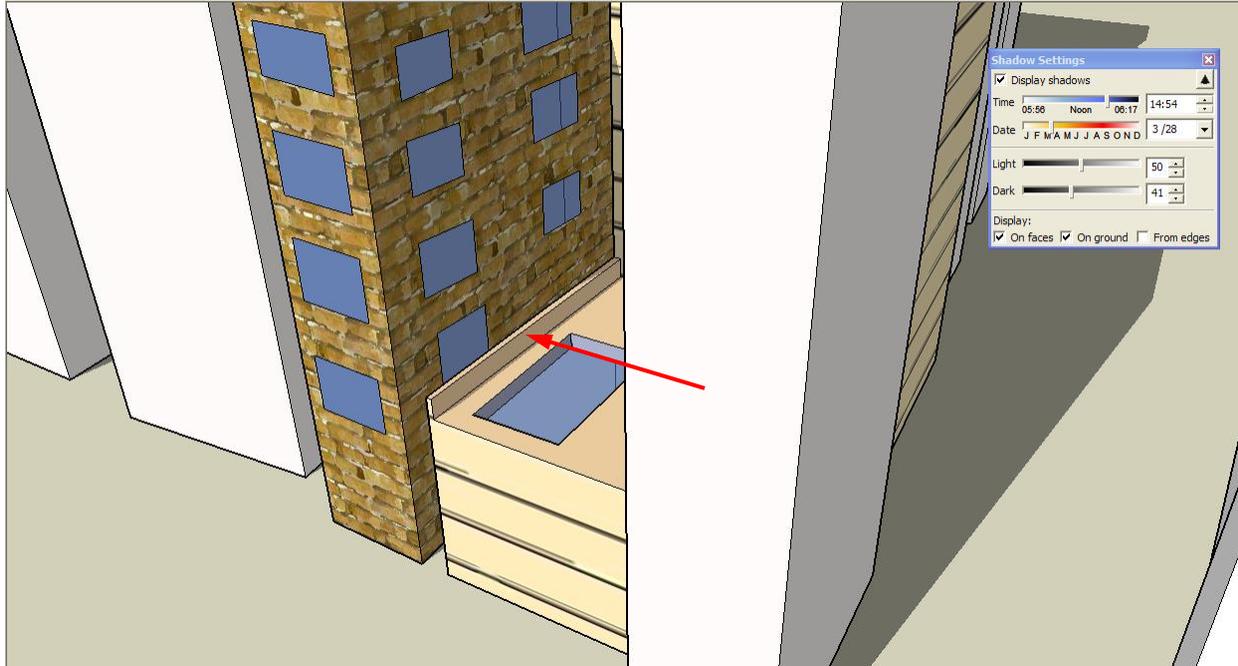


Figura 18 – Colocação do muro divisório no modelo, para simular a situação atual.

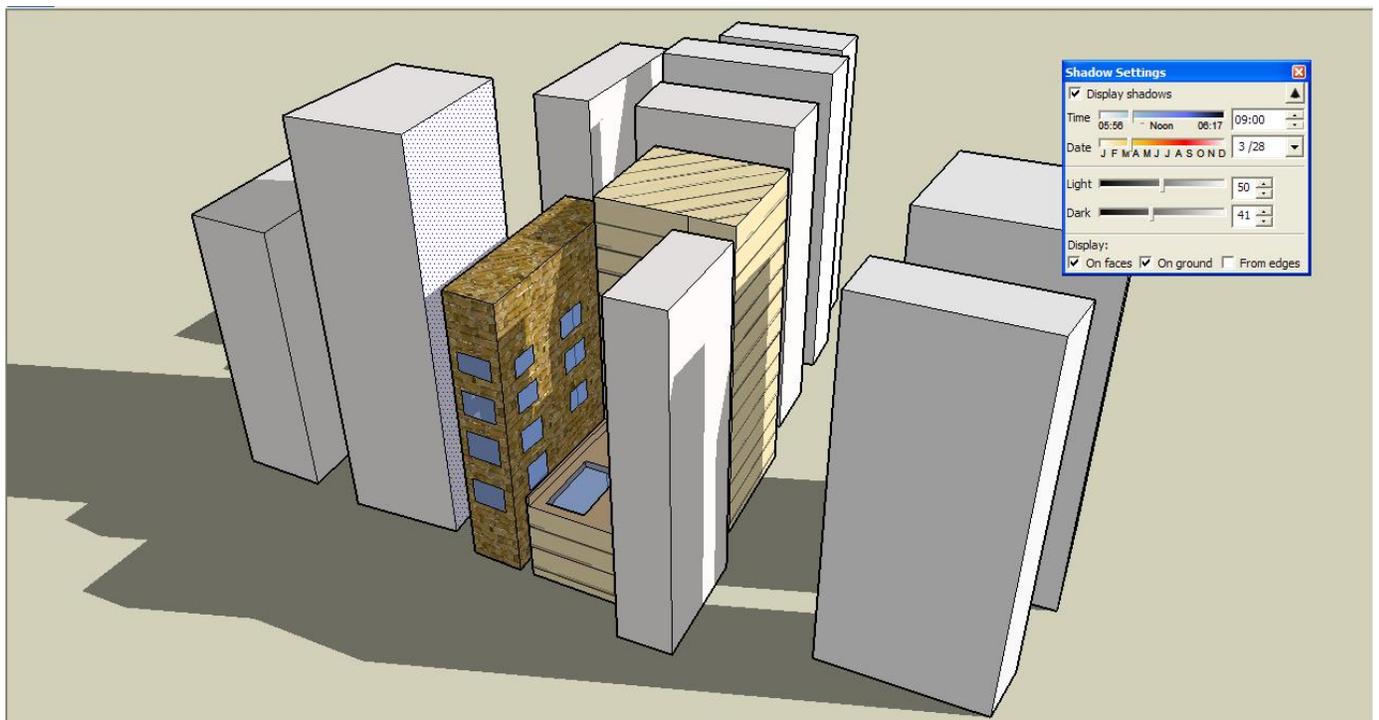


Figura 19 – Sombreamento, para a situação “B”, para as 9:00hs da manhã. Observa-se que a fachada do Autor possui grande área sombreada.

XVII COBREAP – CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/SC - 2013

Por absurdo, os autores ainda simularam o sombreamento da fachada do prédio do condomínio Autor retirando o prédio erigido pela Requerida do modelo computacional, conforme ilustrado na figura a seguir.

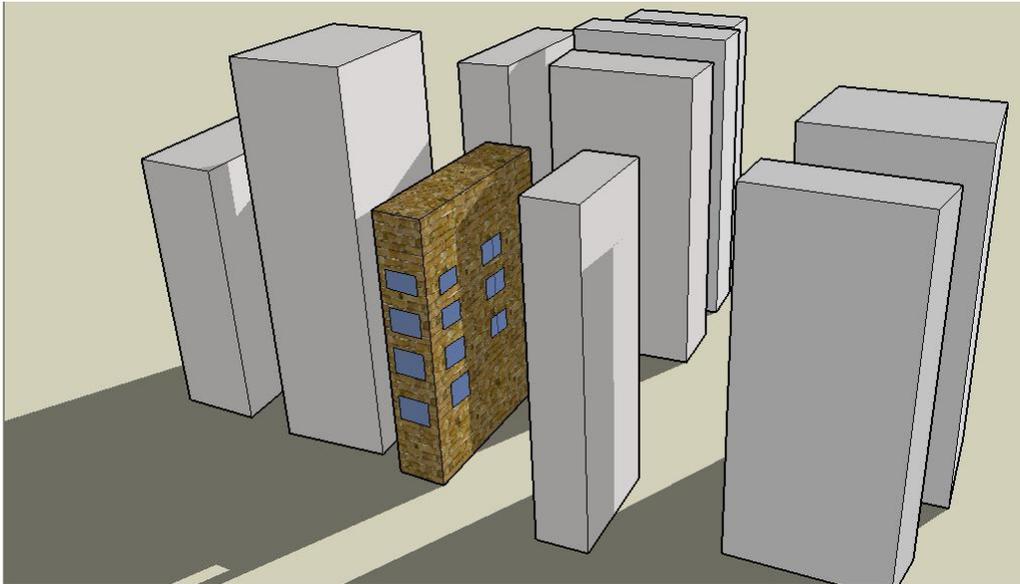


Figura 20 – Sombreamento do imóvel do Autor sem a existência do imóvel da Requerida.

Por todo o exposto, **nota-se que o sombreamento da fachada lateral do imóvel do Autor não é condicionado pelo muro divisório, mas sim pela própria ocupação da quadra onde se localizam os imóveis sub-júdice, ocupação essa típica dos grandes centros urbanos, constituindo-se o que se conhece por sólido edificado.**

A figura a seguir apresenta o sombreamento de outro edifício situado na mesma quadra onde se localizam os imóveis do Autor e da Requerida.



Figura 21 – Sombreamento em um edifício provocado pelo prédio vizinho, na mesma quadra onde se situam os imóveis do Autor e da Requerida.

5 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O presente artigo apresentou as análises efetuadas e as conclusões alcançadas pela equipe da perícia acerca do sombreamento causado por um prédio em construção sobre edifício existente no terreno vizinho.

No particular caso em questão, modelos quantitativos de iluminação natural contemplados na NBR 15215 bem como modelagem computacional do fenômeno de sombreamento trouxeram o necessário supedâneo técnico ao Parecer Divergente elaborado, em detrimento dos julgamentos subjetivos que haviam sido contemplados no Laudo Pericial.

Em função dos robustos elementos técnicos que a análise quantitativa e a modelagem computacional podem oferecer, os autores do presente trabalho recomendam a extensa utilização de tais procedimentos nas perícias envolvendo a apuração de supostos prejuízos à insolação de imóveis causados por alterações no meio circunvizinho (e.g. novas construções).

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, D.V. (2001) O quarteirão urbano. Revista ProjetoDesign, Edição 255.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15215-1: *Iluminação Natural – Parte 1: Conceitos básicos e definições*. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15215-2: *Iluminação Natural – Parte 2: Procedimentos de cálculo para a estimativa da disponibilidade de luz natural*. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15215-3: *Iluminação Natural – Parte 3: Procedimentos de cálculo para a determinação da iluminação natural em ambientes internos*. Rio de Janeiro, 2005.

PETRUCCI, A.L.; IOSHIMOTO, E. (1996) *Iluminação*. Apostila do curso da disciplina PCC 261-Física das Construções, do Departamento de Construção Civil da Escola Politécnica da USP.