

**O acesso à luz natural em edifícios residenciais verticais:
Análises paramétricas de iluminâncias a partir de critérios das legislações
urbano-construtivas do município de São Paulo.**

Luiz Boscardin

Doutorando em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Presbiteriana Mackenzie UPM; São Paulo; Brasil.
luizarq@gmail.com

Wilson Flório

Doutor pela FAUUSP em Tecnologia da Arquitetura, Professor Permanente do PPGAU FAU Mackenzie;
São Paulo; Brasil.
wilsonflorio@gmail.com

RESUMO

Este artigo apresenta uma investigação sobre a efetividade de metodologias de modalidade prescritiva, dedicadas a assegurar o conforto ambiental lumínico em edifícios residenciais projetados e construídos na capital paulista durante a vigência do Código de Obras e Edificações da Cidade de São Paulo (COESP), promulgado em 1992 e revogado em 2017. Por meio de processos de modelagem digital e simulação paramétrica, serão analisados os padrões de iluminação associados a iluminação natural registrados em unidades habitacionais, utilizando como base para a obtenção dos resultados, os parâmetros determinados pela NBR 15575 – Desempenho das edificações habitacionais.

PALAVRAS-CHAVE: análise de desempenho; simulação paramétrica; luz natural.

INTRODUÇÃO

Em linhas gerais, a validação da eficiência de determinado sistema a partir da aplicação de métodos prescritivos de avaliação se dá pela observação de uma série de parâmetros predefinidos ou calculados a partir de fórmulas de caráter genérico. Com foco no projeto arquitetônico, apesar de estabelecerem um conjunto de regras gerais, válidas para identificar a eficiência da grande maioria das tipologias construídas, esse tipo de abordagem, no entanto, não abrange todas as soluções possíveis de existir em um determinado edifício, que em muitos casos, só poderiam ser avaliadas por processos de diferente natureza (CARLO; LAMBERTS, 2010).

No entanto, o emprego de tecnologias digitais, como modelagem tridimensional e simulação paramétrica, contribuem para o estabelecimento de metodologias projetuais onde as condicionantes geoclimáticas locais exercem maior protagonismo na configuração formal-volumétrica das edificações, através de processos compositivos onde os sistemas de simulação atuam em caráter generativo, criando formas arquitetônicas que são diretamente relacionadas às informações de desempenho. Esta dinâmica se opõe aos processos convencionais de projeto, onde muitas das decisões são baseadas em heurísticas e pressupostos derivados da experiência profissional, e não devido a análises de desempenho (HAYMAKER, et al., 2018, p. 158).

Na cidade de São Paulo, desde a promulgação das primeiras legislações dedicadas a orientar o desenvolvimento de projetos arquitetônicos e a execução de obras de construção civil, se fazem presentes (com destaque no que diz respeito as edificações de uso residencial), uma série de diretrizes legais de caráter prescritivo, destinadas a garantir condições minimamente satisfatórias de acesso à iluminação natural nos ambientes destinados ao convívio social, trabalho e repouso.

A Lei nº 2332/20, que estabelecia o "padrão municipal" para as construções particulares no município, exigia que edifícios construídos antes de 1920 (ano de promulgação da Lei) apresentassem no mínimo uma hora diária de insolação durante o solstício de inverno. Após esta data, as novas construções deveriam receber, no mínimo, três horas diárias de insolação (FREITAS JR., 2008). Em 1929 entra em vigor a Lei nº 34297/29 (Código de obras Artur Saboya), que além de manter esta normativa, determina com base na área de piso dos ambientes, o dimensionamento mínimo de aberturas voltadas a iluminação e ventilação.

O código de obras Artur Saboya instituiu ainda parâmetros referentes ao alinhamento e gabarito das edificações, cujos limites estavam associados a largura das vias onde os edifícios se localizavam. Em 1934, alguns pontos da Lei foram revisados, permitindo um aumento significativo na altura das edificações, desde que fosse respeitado um escalonamento dos pavimentos superiores, configurados também a partir da largura da via. Esta metodologia se

manteve vigente até 1975, quando um novo código de obras foi publicado, devido a necessidade de adequar os parâmetros projetuais e a prática construtiva às novas diretrizes impostas pela lei de uso e ocupação do solo (LPUOS), promulgada no ano de 1972.

Além de manter o dimensionamento mínimo de aberturas para ventilação e iluminação em função da área de piso dos ambientes, com o objetivo de garantir condições mínimas de aeração, insolação e iluminação natural, o Código de Edificações de 1975 instituiu a aplicação de faixas não edificadas ao redor do perímetro dos edifícios verticais, cujas dimensões eram definidas a partir do gabarito adotado. Desde a promulgação deste Código, o gabarito dos edifícios deixou de se vincular a largura da via, passando a ser definido em função da área do lote, a partir da observância da taxa de ocupação e coeficiente de aproveitamento, determinados pela LPUOS de 1972.

Em 1992 foi publicado o Código de Obras e Edificações - COESP (Lei nº 11.228/1992), revogando desta maneira, o Código de Edificações de 1975, “com o objetivo de ser compreendido por toda a comunidade de técnicos e, desta vez, separando completamente as questões construtivas (edilícias) das questões de zoneamento (urbanísticas)” (MORAES, 2013, p. 96). Sobre os dispositivos relativos à aeração, insolação e iluminação natural, ocorre a substituição das Faixas Livres, instituídas no código anterior, pela Faixa A (aeração) e pelo Espaço I (insolação).

Para os edifícios verticais de uso residencial, a obediência a estes parâmetros era demonstrada por meio da configuração de projeções em forma de arcos e semicírculos (Faixa A e Espaço I), que deveriam ser acondicionados entre as faces onde se situavam as aberturas dos ambientes de longa permanência (salas e dormitórios) e os limites do lote. Os raios destas projeções eram definidos por fórmulas matemáticas, configuradas a partir de parâmetros relacionados à altura e quantidade de pavimentos da edificação em projeto. As dimensões mínimas das aberturas, no entanto, continuavam a ser definidas pelo mesmo método utilizado nas legislações anteriores (Tabela 01).

Tabela 01: Dimensionamento mínimo de ambientes e aberturas código de obras e edificações da cidade de São Paulo - 1992

Ambientes	Dimensionamento mínimo	Aberturas (% área ambiente)
Repouso/Estar/Estudo:	Pé direto mín.: 2,50 m Área mín.: 5,00 m ² Conter círculo (Ø): 2,00	Insolação: 15% (min. 0,6m ²) Ventilação: 75% (min. 0,3m ²)
Cozinha/Copa/Lavanderia:	Pé direto mín.: 2,50 m Área mín.: - Conter círculo (Ø): 1,20	Insolação: - Ventilação: 5% (min. 0,3m ²)

Fonte: COESP, 2017

Em decorrência da instituição do Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo (Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014) e da revisão da LPUOS (Lei nº 16.402, de 22 de março de 2016), foi promulgado um novo Código de Obras Edificações (Lei nº 16.642, de 9 de maio de 2017), que tem como característica marcante, a supressão de uma série de dispositivos

normativos de natureza prescritiva, sobretudo aqueles destinados a orientar estratégias projetuais relacionadas a aeração e insolação das edificações.

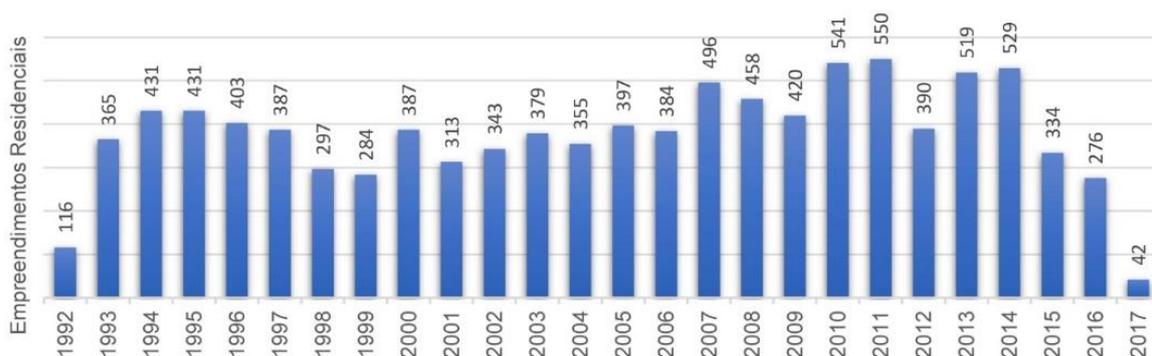
Apesar de manter a obrigatoriedade de recuos entre edificações e os limites dos lotes, o novo código deixou de indicar parâmetros mínimos quanto ao dimensionamento de aberturas, bem como a necessidade de faixas e espaços livres destinados a aeração e insolação. Desde então, o dimensionamento das aberturas, visando condições minimamente satisfatórias de aeração e iluminação natural, assim como a qualidade e efetividade desta iluminação, passaram a ser orientadas pelas normas técnicas de desempenho, como a NBR 15575 – Desempenho das Edificações Residenciais, ou por leis de caráter mais específico, como o Código Sanitário do Estado de São Paulo (Decreto nº 12.342, de 27 de setembro de 1978).

OBJETIVOS

As análises apresentadas neste artigo fazem parte de uma pesquisa de caráter mais abrangente ainda em desenvolvimento, onde são analisadas as características do acesso à luz natural em uma série de edifícios residenciais produzidos na capital paulista entre 1992 e 2017, que tem como objetivo aferir se as metodologias presentes nas leis edilícias municipais vigentes durante este período, voltadas a garantir condições satisfatórias de insolação e iluminação natural em edifícios residenciais, eram realmente efetivas.

Como estas diretrizes impostas pelas legislações vigentes no período de projeto e execução dos edifícios em análises exerciam grande impacto nas soluções volumétricas, bem como nas estratégias de implantação dos edifícios em relação aos limites do lote e às vias públicas, os resultados da aplicação deste conjunto normativo acabou por influenciar de maneira direta na configuração de extensas áreas urbanas, uma vez que, segundo dados sobre a produção de empreendimentos residenciais na região metropolitana de São Paulo, reunidos pela EMBRAESP (Empresa Brasileira de Estudos de Patrimônio), a produção de edifícios residenciais na capital paulista entre 1992 e 2017 (período de vigência do COESP de 1992) foi de 9.827 exemplares (Gráfico 01).

Gráfico 01: empreendimentos residenciais verticais – cidade de São Paulo – junho/1992 – maio/2017



Fonte: EMBRAESP, 2017.

Desta forma, uma pesquisa baseada em tecnologias digitais dedicadas à simulação e análise de desempenho, com foco no conforto ambiental lumínico de edifícios residenciais verticais, pode fornecer subsídios para futuras investigações e contribuir para a discussão de temas relacionados às metodologias de projeto arquitetônico e nas suas relações com a configuração de contextos urbanos.

O referencial teórico da presente pesquisa é constituído primordialmente por trabalhos acadêmicos anteriores, que abordam temas relacionados ao conforto ambiental, eficiência energética, modelagem e simulação paramétrica e metodologias de projeto voltadas a produção de edifícios verticais, bem como àqueles dedicados a discutir as consequências, em termos de constituição da morfologia urbana, da formulação e aplicação das diversas legislações urbanas e construtivas que incidem, ou incidiram, sobre o ordenamento espacial das cidades brasileiras.

Figueiredo (2011), em sua dissertação de Mestrado, analisa a eficiência dos vedos translúcidos e transparentes em edifícios das cidades de São Paulo, Berlim e Frankfurt am Main, produzidos durante as últimas décadas do século XX e primeira década do século XXI, através de medições *in loco* dos padrões de iluminância, processados posteriormente em softwares dedicados a simulação e análise lumínica. Metodologia similar é empregada por Pala (2014), em sua tese de Doutorado, que se dedicou a identificar, medir e analisar a quantidade de luz natural nos diferentes ambientes de apartamentos presentes em diversos edifícios residenciais localizados no bairro de Higienópolis (São Paulo), produzidos entre as décadas de 1940 e 1960, utilizando como parâmetro de avaliação, o Código de Edificações Arthur Saboya, vigente durante o desenvolvimento projetual e construção dos exemplares selecionados.

No que se refere a eficiência energética e conforto ambiental, foram consultados os trabalhos desenvolvidos por Mascaró (1986), que reuniu um conjunto de estratégias projetuais passivas destinadas a otimizar o consumo energético em edificações, e por Gonçalves et al. (2018) que desenvolveram estudos sobre o desempenho bioclimático de edifícios representativos da arquitetura moderna brasileira, como o COPAN.

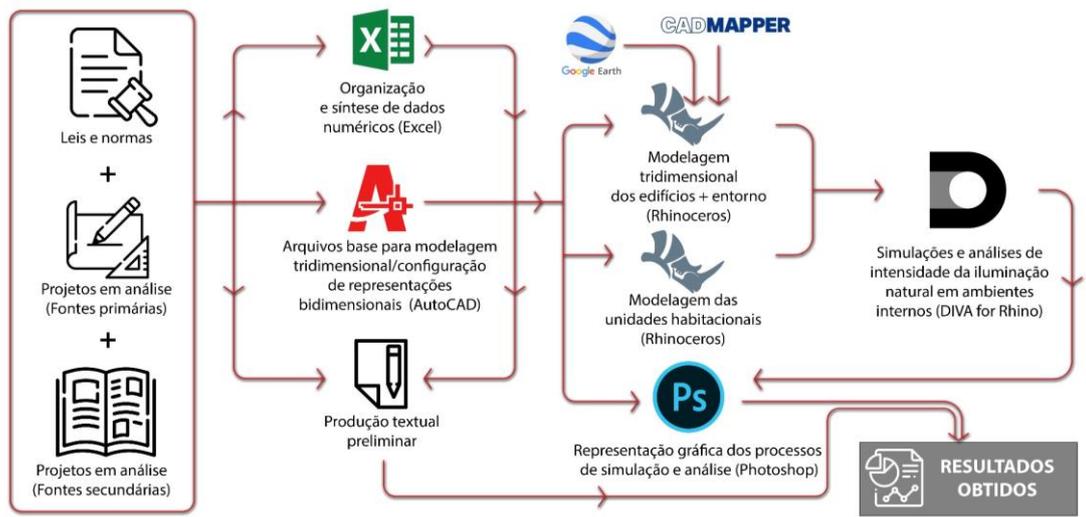
A pesquisa desenvolvida por Guerra e Lopes (2015) que aborda tipologias vinculadas à sustentabilidade urbana, bem como a realizada por Silveira, Lima e Oliveira (2020), que analisa as estratégias internacionais e tecnologias de gestão voltadas à arborização urbana, constituem também importantes referenciais metodológicos, pois o presente artigo, além de analisar as implicações do conjunto normativo sobre insolação e aeração que integra o COESP de 1992, sob uma perspectiva restrita apenas ao lote, pode contribuir também para o desenvolvimento de trabalhos dedicados a investigar as consequências da aplicação desta Lei em escala urbana, uma vez que a produção arquitetônica executada durante sua vigência foi responsável pela configuração de extensas áreas edificadas na cidade de São Paulo.

MÉTODO DE ANÁLISE

Os processos de simulação desenvolvidos nesta pesquisa têm por objetivo possibilitar uma série de análises sobre o desempenho lumínico, especificamente a respeito da luz natural, através da mensuração da intensidade de iluminância em determinados ambientes internos das unidades habitacionais. Estes procedimentos foram realizados de acordo com o fluxo de

trabalho exibido na Figura 01. Os modelos tridimensionais utilizados no experimento foram construídos com software Rhinoceros, com base no acesso a fontes primárias de pesquisa (arquivos de projeto originais) e secundárias, como livros, revistas ou materiais de venda que apresentassem plantas, cortes, perspectivas ou outras representações que poderiam servir de referência para os processos de redesenho e modelagem. As representações gráficas bidimensionais (plantas, cortes, elevações etc.) foram desenhadas no software AutoCAD, a partir da leitura e entendimento das legislações pertinentes e através do acesso as informações projetuais do edifício analisado.

Figura 01: fluxo de trabalho



Fonte: BOSCARDIN, 2020.

FERRAMENTAS DE SIMULAÇÃO EMPREGADAS

As simulações e análises referentes a intensidade de iluminação natural no interior das unidades habitacionais foram realizadas com o plugin DIVA-for-Rhino, que trabalha integrado ao Rhinoceros, sendo capaz de desenvolver simulações de desempenho lumínico e energético para edifícios e contextos urbanos. As simulações foram geradas a partir do conjunto de dados contidos em arquivos do tipo *.EPW (Energy Plus Weather Data), que armazenam informações relacionadas à temperatura, umidade relativa do ar, velocidade e direção dos ventos, nebulosidade da atmosfera, entre outras, para diversas regiões do globo.

PARÂMETROS DE MENSURAÇÃO

Os parâmetros de avaliação adotados se baseiam nos apresentados pela NBR 15575 - Desempenho de edificações habitacionais (Tabelas 2 e 3), que determina os valores mínimos de iluminância, bem como as datas, horários e demais procedimentos que devem ser considerados nos processos de simulação.

Tabela 02: NBR 15575 - níveis de iluminação natural

Dependência	Iluminamento geral para os níveis de desempenho (Lux)		
	Mínimo	Intermediário	Superior
Sala de Estar; dormitório; copa/cozinha; Área de Serviço	≥ 60	≥ 90	≥ 120
Banheiro; corredor ou escada interna à unidade; corredor e escadarias de uso comum (prédio); garagens e estacionamentos	não exigido	≥ 30	≥ 45

Localização e orientação solar: Além da orientação solar, considerar a latitude e a longitude do local da obra, bem como os diferentes pavimentos e as diferentes posições dos apartamentos nos andares.

Datas e horários das simulações: dias 23 de abril e 23 de outubro, períodos da manhã (9:30h) e da tarde (15:30h)

Condição do céu: supor dias com nebulosidade média (índice de nuvens 50 %)

Parâmetros espaciais de simulação: ponto de medição principal no centro dos ambientes, na altura de 0,75m acima do nível do piso.

Obstruções pontuais: considerar janelas, cortinas e portas internas abertas.

Obstruções externas: considerar os eventuais sombreamentos resultantes de edificações vizinhas, taludes, muros e outros possíveis anteparos, desde que se conheçam o local e as condições de implantação da obra.

Fonte: NBR 15575 (2013)

A NBR 15575, porém, não define um limite máximo para iluminâncias. Neste estudo, no entanto, foi adotado, com base no sistema de medição UDI (Useful Daylight Illuminances), o limite máximo de 2000 lux, que se ultrapassado pode contribuir para uma situação de desconforto térmico e/ou visual. Este valor também é utilizado como referência pela NBR 5413 (Iluminâncias por classe de tarefas visuais) para determinar a iluminância limite a ser alcançada em ambientes que se destinam a execução de tarefas que exigem alta acuidade visual. Em síntese, valores abaixo do limite mínimo (60 lux) indicam baixa iluminação e a necessidade de luz artificial, enquanto valores acima do máximo (2000 lux) se traduzem em excesso de brilho e ganhos térmicos indesejáveis (HOPPE; ALVAREZ; LARANJA, 2015).

RESULTADOS

A fim de demonstrar a aplicação da metodologia proposta, foi analisado o desempenho lumínico de um edifício residencial projetado e construído na cidade de São Paulo na primeira metade da década de 1990, durante a o período de vigência de LPUOS de 1972 e do COESP de 1992 (Quadro 01).

Quadro 01: projeto em análise

Edifício em análise	West Hills Loft
Ano de conclusão do projeto	1993
Endereço	Rua Jericó, 227 - Vila Madalena, São Paulo/SP
Projeto arquitetônico	Königsberger Vannucchi Arquitetos Associados
Número de pavimentos tipo	25
Coefficiente de aproveitamento	4
Taxa de ocupação	27,5%

Fonte: BOSCARDIN, 2020.

Figura 02: West Hills Loft



Fonte: Google Earth, 2020

Figura 03: Localização

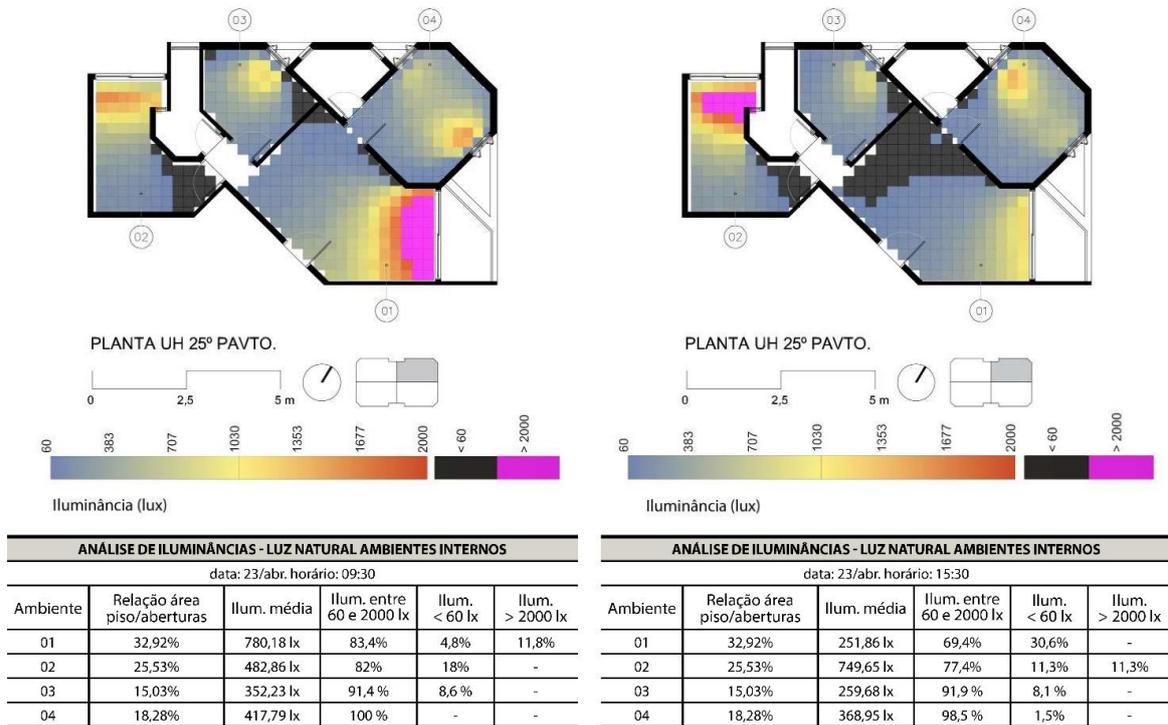


Fonte: BOSCARDIN, 2020.

Com base na orientação solar do edifício foram selecionadas três unidades habitacionais para a realização do processo de simulação e análise dos índices de iluminâncias em ambientes internos. Duas delas se localizam no pavimento tipo mais alto (25º pavimento), e por esta razão, estão livres de qualquer obstrução por parte do contexto urbano local. No entanto, quanto a orientação em relação a trajetória solar, estas unidades habitacionais apresentam características antagônicas. Enquanto a primeira (UH 01) tem suas aberturas orientadas para os quadrantes insolados durante todo o ano (leste-norte/norte-oeste), as aberturas da segunda (UH 02) estão posicionadas em alinhamento com os quadrantes leste/sul e sul/oeste, opostos à trajetória solar, recebendo prioritariamente, luz natural de maneira indireta, seja pela sua dispersão na atmosfera ou por reflexão, em volumes e planos situados em suas proximidades (MASCARÓ, 1983). A terceira unidade selecionada (UH 03), a fim de considerar o cenário mais prejudicado em termos de iluminância, é aquela que se encontra posicionada no pavimento tipo mais baixo (1º pavimento), com aberturas orientadas para os quadrantes leste/sul e sul/oeste, naturalmente deficitários no que diz respeito a insolação.

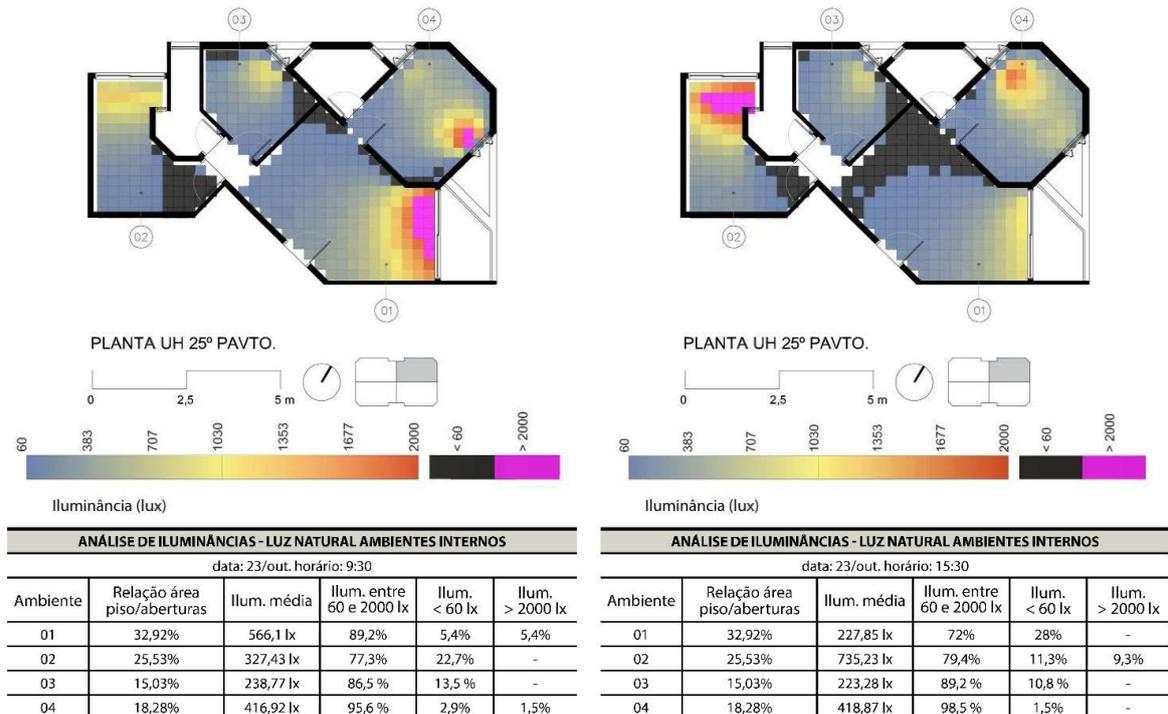
ANÁLISES DE ILUMINÂNCIAS EM AMBIENTES INTERNOS

Figura 04: análises de iluminâncias – UH 01, localizada no 25º pavimento, em 23 de abril – 9:30 /15:30 H.



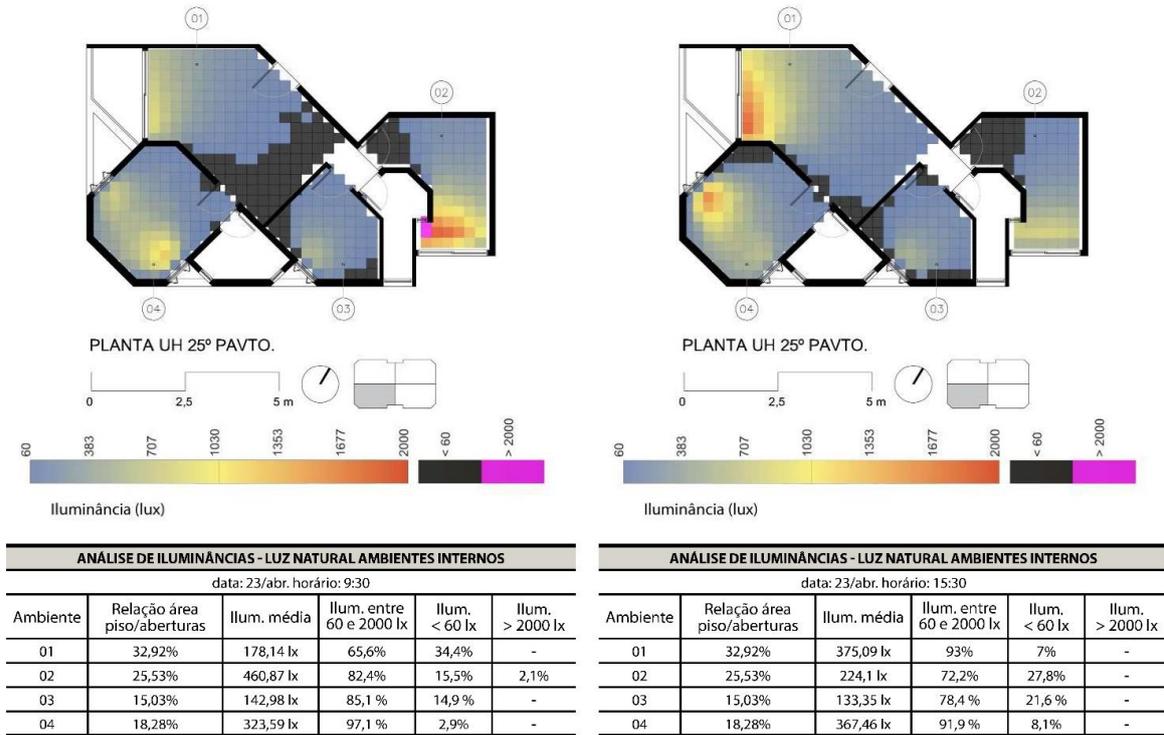
Fonte: BOSCARDIN, 2020.

Figura 05: análises de iluminâncias – UH 01, localizada no 25º pavimento, em 23 de outubro – 9:30 /15:30 H.



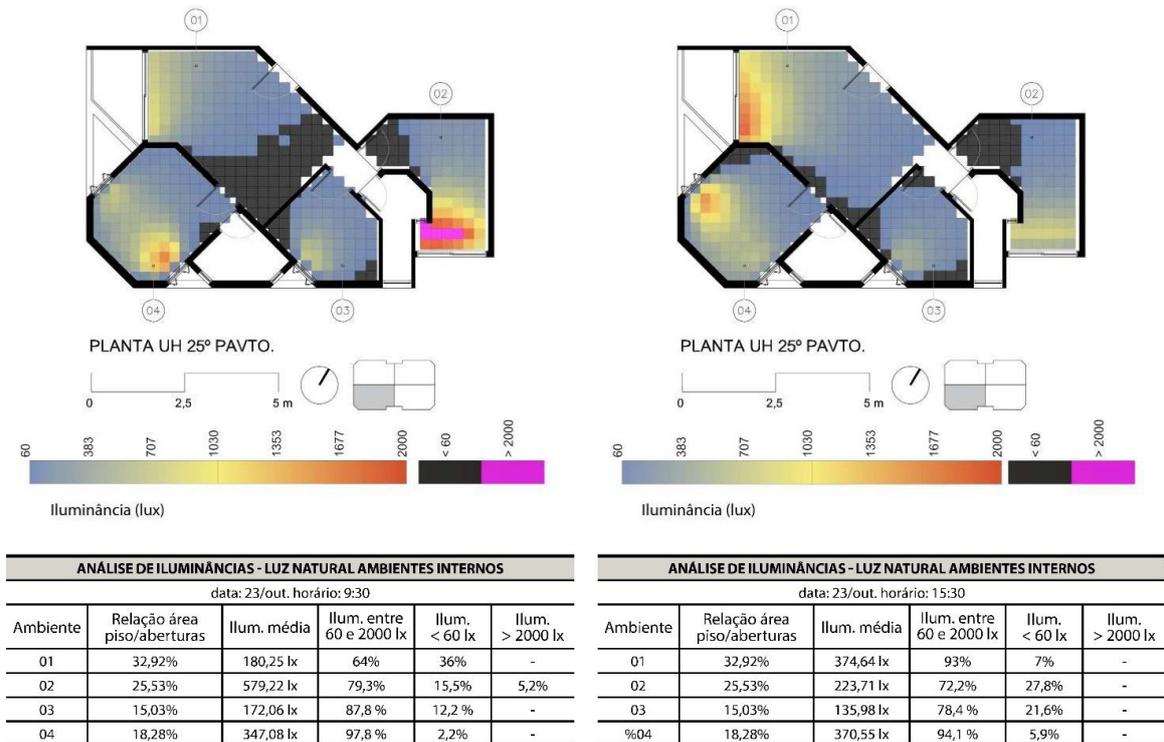
Fonte: BOSCARDIN, 2020.

Figura 06: análises de iluminâncias – UH 02, localizada no 25º pavimento, em 23 de abril – 9:30 /15:30 H.



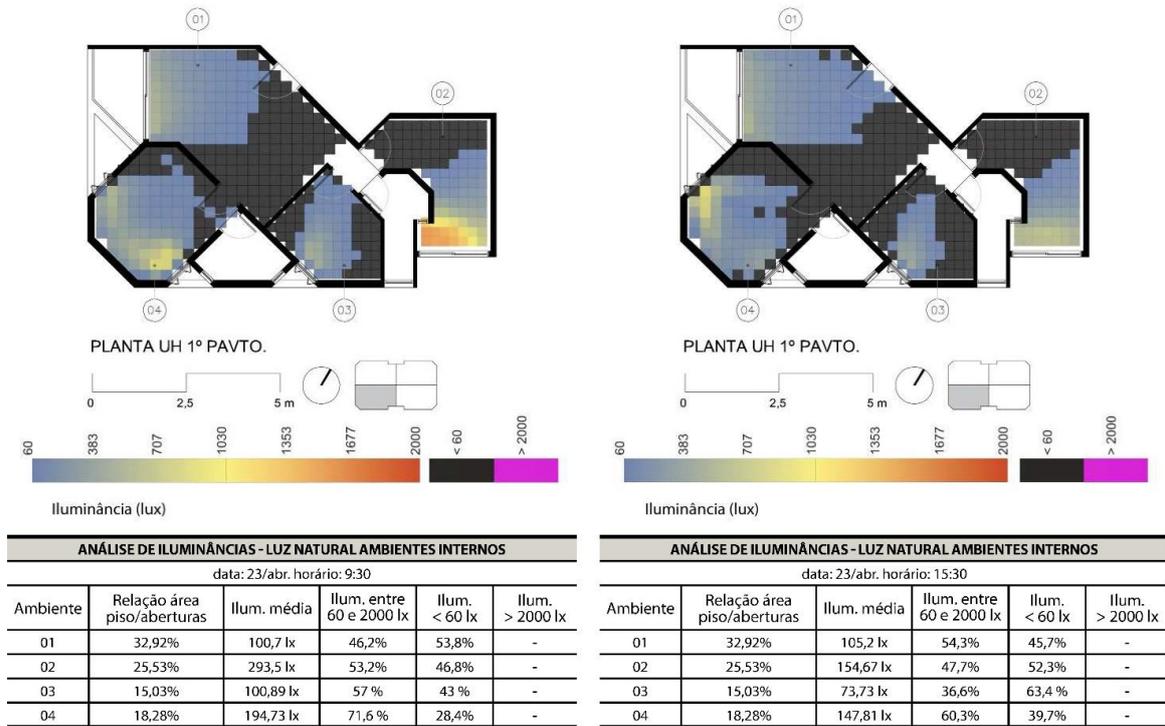
Fonte: BOSCARDIN, 2020.

Figura 07: análises de iluminâncias – UH 02, localizada no 25º pavimento, em 23 de outubro – 9:30 /15:30 H



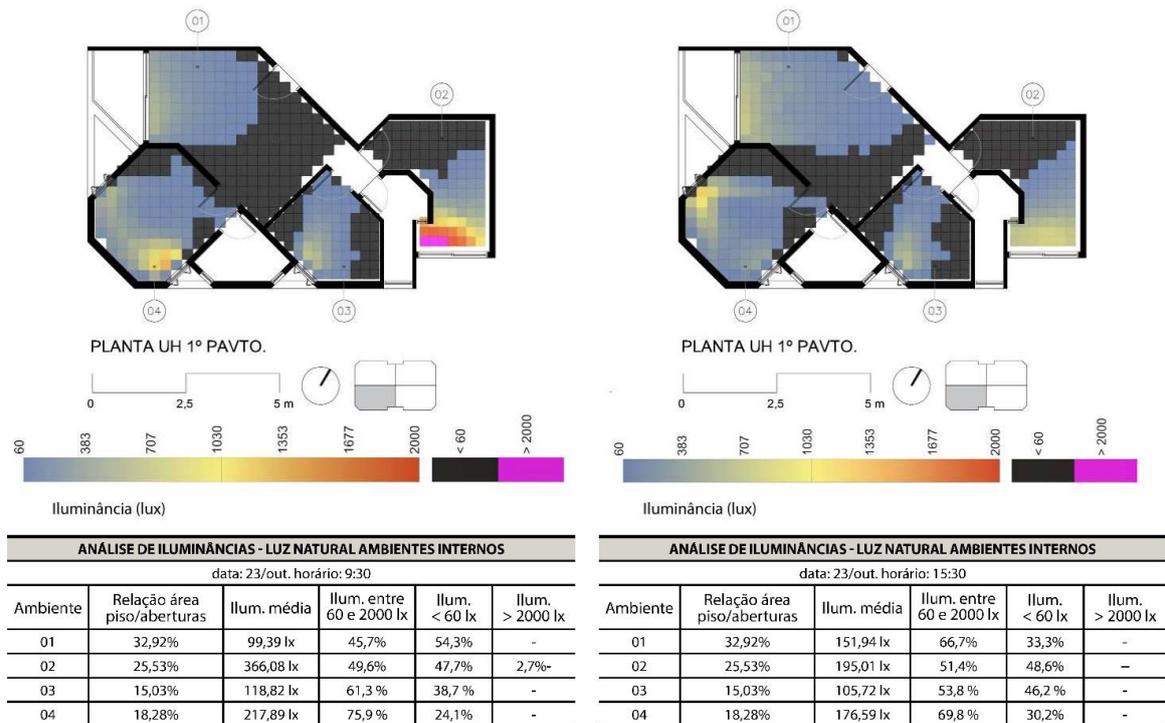
Fonte: BOSCARDIN, 2020.

Figura 08: análises de iluminâncias – UH 03, localizada no 1º pavimento, em 23 de abril – 9:30 /15:30 H.



Fonte: BOSCARDIN, 2020.

Figura 09: análises de iluminâncias – UH 03, localizada no 1º pavimento, em 23 de outubro – 9:30 /15:30 H.



Fonte: BOSCARDIN, 2020.

Os resultados das simulações dedicadas à unidade habitacional UH 01 (Figuras 04 e 05), mostram que durante as datas e horários determinados para a execução do experimento, as iluminâncias médias dos ambientes internos analisados se encontram em uma faixa compreendida entre os 223 e 780 lx, valores acima dos 120 lx, que representa uma iluminância de classe “superior” conforme o estabelecido pela NBR 15575 (Tabela 02). Na sala de estar e na cozinha/área de serviço (ambientes 01 e 02 respectivamente), locais onde são registradas as maiores proporções entre dimensão de aberturas e áreas de ambientes, foram identificados setores próximos as aberturas onde as iluminâncias ultrapassam os 2000 lx, bem como regiões, localizadas em áreas fora do alcance da iluminação natural direta, onde os valores se situam abaixo dos 60 lx (iluminância mínima recomendada pela norma). Como a NBR 15575 considera válida apenas a iluminância registrada no ponto central de cada ambiente, valores inferiores aos 60 lx, como estes registados em áreas periféricas, não exercem influência nos resultados. Nos dormitórios (ambientes 03 e 04), mesmo com uma relação mais modesta entre dimensionamento de aberturas e áreas dos ambientes, as iluminâncias médias registradas também se encontram acima dos 120 lx.

Na unidade UH 02 (Figuras 06 e 07), os mapas de iluminância para cada um dos ambientes apresentam padrões semelhantes aos observados na UH 01, porém com valores médios mais modestos, em uma faixa compreendida entre os 133 e 579 lx (ainda acima dos 120 lx, que representa o nível de iluminância superior, segundo a NBR 15575). É perceptível um aumento de áreas, ainda que periféricas, onde os valores de iluminância se situam abaixo dos 60 lx, além da diminuição significativa de pontos com medições acima dos 2000 lx.

A unidade UH 03 (Figuras 08 e 09), localizada no primeiro pavimento, com aberturas orientadas para os quadrantes onde a iluminação natural, obtida prioritariamente de maneira indireta, que pode ainda ser obstruída em parte pelas edificações vizinhas, apresenta um mapeamento de iluminâncias com valores médios situados em uma faixa compreendida entre os 73 e 366 lx. Em geral, nota-se um aumento significativo, em todos os ambientes, de áreas onde a iluminância se situa abaixo do valor mínimo de 60 lx, inclusive nas proximidades dos pontos centrais dos ambientes, parâmetro chave na qualificação dos padrões de iluminância interna, segundo a NBR 15575.

A síntese dos dados obtidos nos processos de simulação, por meio da demonstração das médias gerais dos valores registrados de iluminâncias (Gráfico 02) em conjunto com as médias gerais das faixas de distribuição, através da visualização das porcentagens de áreas com iluminâncias situadas entre os limites mínimos e máximos (60 e 2000 lx), bem como aquelas inferiores ao limite mínimo determinado pela NBR 15575 (Gráficos 03 e 04), considerando o atendimento ao dimensionamento mínimo de aberturas determinado pelo COESP 1992, indica que nas unidades habitacionais localizadas em pavimentos livres do bloqueio da luz solar por interferência das edificações circundantes (UH 01 e UH 02), a iluminância média geral alcança valores elevados, significativamente acima do marco correspondente a classificação superior (120 lx), segundo a NBR 15575. Mesmo que estas unidades tenham orientações divergentes em relação à trajetória solar, com uma recebendo maiores níveis de luz solar direta (UH 01) e outra majoritariamente por processo de difusão atmosférica (UH 02), nota-se que ambas apresentam cerca de 80% das áreas analisadas compreendidas em uma faixa de iluminância situada entre os 60 e 2000 lx.

Gráfico 02:



Gráfico 03:

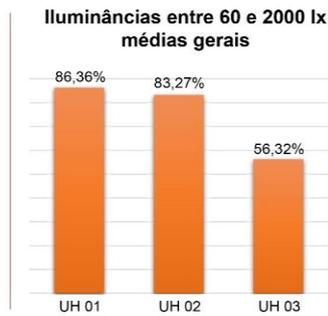
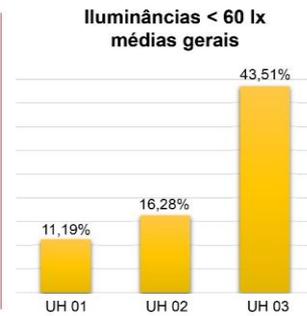


Gráfico 04:



Fonte: BOSCARDIN, 2020.

Na unidade habitacional situada no pavimento tipo mais baixo, dotada de orientação solar onde a iluminação natural se dá sobretudo por difusão atmosférica e reflexão, suscetível ainda a interferências devido ao entorno edificado (UH 03), nota-se uma queda acentuada na iluminância média geral, na ordem de 61,84%, quando comparada ao valor obtido na unidade mais iluminada (UH01). O decréscimo da qualidade da iluminação natural nesta unidade também é corroborado pela expressiva diminuição do percentual de áreas onde a medição de iluminâncias se concentram entre os 60 e 2000 lx. Se nas unidades posicionadas no pavimento mais alto as porcentagens médias encontram-se acima dos 80%, na UH 03 este registro alcança apenas os 56,32%.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos nos processos de simulação e análise apresentados neste artigo tendem a demonstrar que a qualidade da iluminação natural recebida por uma edificação está vinculada não só a sua orientação face à trajetória solar, mas também às relações desta com seu entorno edificado.

Assim como nas legislações que o antecederam, o COESP de 1992 instituía uma série de diretrizes rígidas a respeito da aplicação dos instrumentos necessários para obtenção de condições mínimas de areação e insolação em edifícios residenciais. Apesar da Lei informar que estes condicionantes visavam “assegurar a qualidade de vida das edificações vizinhas, bem como a higiene e salubridade dos seus compartimentos” (São Paulo, SP, 1992), os processos de simulação e análise desenvolvidos nesta pesquisa indicam uma série de deficiências relacionadas a eficácia destas metodologias, ao demonstrar que o atendimento obrigatório às representações gráficas da Faixa “A” e do Espaço “1” não eram capazes por si só de garantir a qualidade da insolação e da iluminação natural da edificação em projeto ou de seu entorno. Um fator preponderante nesta situação passa pela não consideração do porte ou da disposição das edificações vizinhas ao projeto em desenvolvimento, como parâmetro para configuração destas representações.

Apesar do COESP de 1992 determinar o dimensionamento mínimo das aberturas destinadas a insolação e aeração, a metodologia empregada para a definição destes parâmetros se restringia apenas a relação entre a área da abertura e a área do ambiente, sem levar em consideração a orientação solar, além da completa falta de conexão com a formulação da Faixa

“A” e do Espaço “I”, de maneira que a proposição de aberturas que excedessem a área mínima determinada, e que naturalmente propiciassem maiores ganhos de iluminação e ventilação, não eram considerados como parâmetros para a definição destes instrumentos.

No hemisfério austral, especialmente nas baixas latitudes, o reduzido nível de insolação direta em planos orientados para o quadrante sul deve ser considerado como um dos parâmetros básicos para a definição do ordenamento interno de uma edificação, quando se analisa a necessidade ou não de incidência direta de luz solar sobre determinado ambiente. Em conformidade com esta premissa, o Código de Obras da Cidade de São Paulo, vigente entre 1975 e 1992, indicava que não eram “consideradas para efeito de insolação, iluminação e ventilação de dormitórios, as aberturas voltadas para o Sul, cujos planos façam ângulo menor do que 30º com a direção Leste-Oeste” (São Paulo (SP), 1975). Esta regra, porém, foi revogada pelo COESP de 1992.

Levando em consideração as limitações tecnológicas existentes na época da vigência das legislações analisadas neste estudo, além das diversas demandas multidisciplinares inerentes à produção arquitetônica ligada ao mercado imobiliário, é possível depreender que a resolução de questões voltadas ao conforto ambiental em edifícios verticais de uso residencial, por meio de metodologias estritamente prescritivas, conduziram a um panorama onde a consideração dos fatores bioclimáticos durante o decorrer do processo projetual, fossem relegados a um segundo plano, de modo que a aplicação de uma sequência de fórmulas, e a subsequente acomodação das representações gráficas resultantes e necessárias entre o volume do edifício e os limites do terreno onde este se inseria, encerravam as preocupações, por parte de projetistas e construtores, com esta temática.

O novo Código de Obras e Edificações da Cidade de São Paulo, válido desde 2017 e formulado devido a promulgação do atual Plano Diretor, aprovado em 2014, modificou de maneira sensível as diretrizes relacionadas ao conforto ambiental das edificações, abolindo inclusive as representações da Faixa “A” e do Espaço “I”. Segundo o novo Código, as questões relativas ao conforto ambiental devem ser aferidas preferencialmente por normas técnicas, como a NBR 15575, que regula o desempenho de edificações habitacionais por meio de métodos de avaliação que consideram válidos processos de simulação similares aos apresentados neste artigo.

A efetividade das metodologias propostas pelo atual Código de Obras e Edificações da Cidade de São Paulo, no que diz respeito ao reconhecimento de ganhos relacionados ao conforto ambiental e eficiência energética em edifícios residenciais, poderá ser estudada com maior precisão em um futuro próximo, após a conclusão e ocupação de um número significativo de edifícios projetados e construídos sob esta nova Lei, tornando possível a realização de estudos sobre o real impacto destas metodologias, além de análises sobre a interação entre as novas edificações com um contexto urbano já consolidado, instituído a partir da consideração de instrumentos normativos que já se encontram fora de uso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.575-1: **Edifícios habitacionais—Desempenho—parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro, 2013.

CARLO, Joyce Correna; LAMBERTS, Roberto. **Parâmetros e métodos adotados no regulamento de etiquetagem da eficiência energética de edifícios - parte 1: método prescritivo**. Disponível em <<https://doi.org/10.1590/S1678-86212010000200001>> Acesso em 18.set.2020.

EMBRAESP. **Relatórios Anuais – 1985 – 2017**.

FIGUEIREDO, Erika Ciconelli de. **A 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 (mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2011.

FREITAS JÚNIOR, Roberto de Gouveia e. **Legislação e ocupação urbana em lotes privados do centro de São Paulo no século XX**. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2008.

GONÇALVES, Joana Carla Soares; DOLCE, Mônica; MÜLFARTH, Roberta Consentino Kronka; LIMA, Eduardo Gasparelo; FERREIRA, Amanda; MICHALSKY, Ranny Nascimento. **The thermal environment in the high-density tall building from the Brazilian bioclimatic modernism: living in the COPAN building**. Anais. Hong Kong: [s.n.], 2018.

GUERRA, Maria Eliza Alves; LOPES, Anaísa Filmiano Andrade. **Arquitetura verde: contribuições a partir da exemplificação de tipologias vinculadas à sustentabilidade urbana**. Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes, São Paulo, v.03, n.05, pp. 01-17, 2015.

HAYMAKER, John; BERNAL, Marcelo; MARSHALL, Marionyt; OKHOYA, Victor; SZILASI, Anton; REZAEI, Roya; CHEN, Cheney; SALVESON, Andrew; BRECHTEL, Justin; DECKINGA, Luc; HASAN, Hakim; EWING, Phillip; WELLE, Benjamin. **Design space construction: a framework to support collaborative, parametric decision making**. ITcon Vol. 23, pg. 157-178, Jun. 2018. Disponível em: <<http://www.itcon.org/2018/8>> Acesso em 24.out.2019.

HOPPE, Stella Brunoro; ALVAREZ, Cristina Engel de; LARANJA, Andréa Coelho. **Iluminação natural e legislação urbana: a experiência de Domingos Martins – ES (Brasil)**. In: Connecting People and Ideas. Proceedings of EURO ELECS 2015. Guimarães - Portugal, 2015 p1734-1744.

MASCARÓ, Lucia Elvira Alicia Raffo de. **Luz, Clima e Arquitetura**. 3. ed. São Paulo: Nobel, 1983.

MASCARÓ, Lucia Elvira Alicia Raffo de. **Energia na edificação - estratégia para minimizar seu consumo**. São Paulo: Projeto, 1985-1986. 105 p.

MORAES, Sandra R. Casagrande de. **O arquiteto e o mercado imobiliário residencial na cidade de São Paulo no século XXI (2000-2011)**. 2013. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2013.

PALA, Adhemar Carlos. **A luz natural lateral na concepção arquitetônica nos projetos dos edifícios residenciais do bairro paulistano de Higienópolis nos anos de 1940-1960**. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2013.

SÃO PAULO (Município). Ato nº 663, de 10 de agosto de 1934. **Aprova a consolidação do Código de Obras “Arthur Saboya” (lei nº 3.427, de 19 de novembro de 1929) abrangendo todas as disposições constantes de Leis e Atos, em vigor nesta data, referentes a construções, arruamentos etc**. Disponível em <<http://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/ato-gabinete-do-prefeito-663-de-10-de-agosto-de-1934>> Acesso em 21.nov.2020.

SÃO PAULO (Município). Lei n. 7.805 de 1 de novembro de 1972. **Dispõe sobre o parcelamento, uso e ocupação do solo do município, e dá outras providências**. Diário Oficial, São Paulo, 3 nov. 1972, f. 1.

SÃO PAULO (Município). Lei n. 8.266 de 20 junho de 1975. **Aprova o código de edificações, e dá outras providências**. Diário Oficial, São Paulo, 21 jun. 1975, f. 1

SÃO PAULO (Município). Lei n. 11.228 de 25 de junho de 1992. **Dispõe sobre as regras gerais e específicas a serem obedecidas no projeto, licenciamento, execução, manutenção e utilização de obras e edificações, dentro dos**

limites dos imóveis, revoga a Lei n. 8.266/1975, com as alterações adotadas por leis posteriores, e dá outras providências. Diário Oficial, São Paulo, 26 de jun. 1992, f. 1.

SÃO PAULO (Município). Lei n. 16.050 de 31 de julho de 2014. **Aprova a Política de Desenvolvimento Urbano e o Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo e revoga a Lei nº 13.430/2002.** Diário Oficial, São Paulo, 1º ago. 2014, f.1.

SÃO PAULO (Município). Lei nº 16.642, de 9 de maio de 2017. **Aprova o Código de Obras e Edificações do Município de São Paulo; introduz alterações nas Leis nº 15.150, de 6 de maio de 2010, e nº 15.764, de 27 de maio de 2013.** Diário Oficial, São Paulo, 10 mai. 2017, f. 1.

SILVEIRA, José Augusto Ribeiro da; LIMA, Larissa Ellen de Oliveira; OLIVEIRA, Juliana Xavier Andrade de. **Estratégias internacionais e tecnologias de gestão da arborização urbana.** Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades, São Paulo, v.08, n.60, pp. 24-40, 2020.