

entos

dido

S

Osório

Pa



1. Este artigo toma por base investigação em andamento no mestrado de Giovana de Almeida Coelho Campos, no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), sob orientação do Prof. Dr. Eloy Fassi Casagrande Junior.

2. Arquiteta pela Universidade Positivo, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil pela UTFPR.  
e-mail: giovanacoelhocampos@gmail.com.

3. Pós-doutor pelo Instituto Superior Técnico da UTL, doutor em Engenharia de Recursos Minerais e Meio Ambiente pela Universidade de Nottingham, desenhista industrial pela PUC-PR, professor do Programa de Engenharia Civil na UTFPR.  
e-mail: eloy.casagrande@gmail.com.

DOI: 10.5752/P.2316-1752.2015v22n30p26

Praça Oswaldo Cruz

Praça

Praça

# ***O SOMBREAMENTO CAUSADO PELOS EDIFÍCIOS ALTOS EM CURITIBA<sup>1</sup>***

*THE SHADE CAUSED BY TALL BUILDINGS IN CURITIBA*

*LA SOMBRA CAUSADOS POR EDIFICIOS ALTOS EN CURITIBA*

Giovana de Almeida Coelho Campos<sup>2</sup>  
Eloy Fassi Casagrande Júnior<sup>3</sup>

## **Resumo**

O objetivo do trabalho é a verificação da influência do sombreamento gerado pelos três edifícios mais altos na zona com maior capacidade de verticalização em Curitiba. Esta pesquisa foi desenvolvida em quatro etapas: a primeira, de breve fundamentação teórica; a segunda, com delimitação da área a ser estudada; a terceira, com simulações computacionais nos *softwares* Auto CAD e Sketchup; e a quarta, para discussão dos resultados encontrados. Durante a evolução da pesquisa, verificou-se que, de fato, o sombreamento causado pelos edifícios analisados compromete consideravelmente as construções vizinhas a eles e o seu entorno imediato.

**Palavras-chave:** Verticalização. Impacto. Sombreamento.

## **Abstract**

The main purpose of this paper is to verify the shadow influence engendered by the three tallest buildings within the zoning with more capacity of verticalization in Curitiba. This research was developed in four steps: firstly is presented brief theoretical foundation, after was to define study section to be analyzed, following the computer simulations with Auto CAD and Sketchup softwares, and then a results discussion. During the evolution of this work, it was verified that the shading caused by these tall buildings undertake considerably neighboring buildings and surrounding area.

**Keywords:** Verticalization. Impact. Shading.

## **Resumen**

El objetivo de este trabajo es la verificación de la influencia de sombreado generado por los tres edificios más altos de la zona con mayor capacidad de verticalización en Curitiba. Esta investigación se desarrolló en cuatro fases: la primera, breve fundamentación teórica, el segundo con la demarcación del área a ser estudiada, el tercero con el *software* de simulaciones de computadora Auto CAD y Sketchup y el cuarto para la discusión de los resultados encontrados. Durante la evolución de esta investigación, se encontró que, de hecho, causado por edificios de sombreado considerablemente socavar edificaciones vecinas analizó ellos y su entorno inmediato.

**Palabras clave:** Verticalización. Impacto. Sombreado.

## Introdução

O crescimento e o adensamento urbano são inevitáveis e vêm causando diversas alterações ao meio natural e à qualidade ambiental das cidades. O ritmo acelerado na concentração de pessoas nos centros urbanos, a verticalização das construções, o aumento da poluição e a produção descontrolada de resíduos comprometem a sustentabilidade do tecido urbano e exigem novos processos de adaptação e transformação dos espaços diante de instrumentos regulatórios discutíveis (SCUSSEL; SATTLER, 2010).

No Brasil, o mercado imobiliário buscou, nas últimas décadas, melhorar a relação econômica de suas ações. As áreas centrais com alta valorização urbanística, graças à infraestrutura de ruas, calçadas, comércio, praças exigiam uma ocupação condizente para justificar tal investimento do Poder Público. Contudo a busca para suprir essas demandas gerou cidades pouco sustentáveis, pois, enquanto as leis estimulavam a densificação do solo, estas mesmas leis retiravam de algum atributo urbanístico, no caso, o conforto ambiental urbano, as qualidades mínimas passíveis de utilização para o usuário.

Deve-se compreender, contudo, que a urbanização em si não é um problema, e sim a forma como as cidades estão sendo construídas e ocupadas (MIANA, 2010). A tipologia do edifício alto causa consideráveis impactos nas áreas onde estão inseridos, podendo ser positivos ou negativos. Relacionado à economia, está a valorização imobiliária e o impacto na estrutura urbana. No contexto social, o aumento da densidade populacional, aumento do tráfego. Já no que se refere ao ambiente, alteração no microclima, sombreamento, ventilação, alteração da paisagem e do espaço urbano. Dessa forma, a verticalização das construções considerando apenas a ocupação dos lotes vagos caminha para uma solução inviável. A intenção de redução de impacto gerado por esse processo no entorno imediato juntamente com a necessidade de maximização da ocupação do solo deve ser planejada em um contexto mais significativo. A elaboração de projetos deve ter como premissa a adequação ao clima e ao contexto local, da mesma forma que devem ser analisados os impactos ambientais dessas sobre as construções vizinhas e os espaços externos localizados em uma área de influência.

O acesso ao sol e a disponibilidade de luz natural proporcionam conforto térmico e redução considerável da necessidade de energia elétrica durante o período diurno. Além disso, a acumulação de calor pela irradiação solar permite maior qualidade nos espaços internos e redução de sistemas auxiliares de condicionamento térmico nos períodos de inverno. Portanto se questiona a melhor forma de utilização do solo ainda não ocupado para garantir a qualidade dos espaços públicos e privados.

O objetivo deste artigo é analisar o impacto de sombreamento, em seu entorno imediato, dos edifícios mais altos no centro de Curitiba.

## Revisão da literatura

A Revolução Industrial marcou um período de grandes transformações tecnológicas, socioeconômicas e ambientais. Segundo Miana (2010), toda vez que uma cidade atinge um determinado nível de desenvolvimento e crescimento da malha urbana e da população, a questão da falta de qualidade ambiental é observada. Assim, foi neste período de consolidação da indústria, de expansão territorial, aumento da população e início do processo da globalização que as discussões urbanísticas se destacaram.

A precária situação em que se encontravam as cidades no início do século XX, densamente povoadas, provocou uma série de doenças conhecidas como pestes urbanas. Com o objetivo de melhorar as condições higiênicas e sanitárias, os arquitetos modernistas começaram a demonstrar certa preocupação com as questões de ventilação e insolação nos edifícios (MIANA, 2010).

Em 1927, Walter Gropius, em sua proposta de cidade funcional, propôs alguns critérios de insolação. Analisou a razão entre a altura edificada e o espaço perdido pela sombra. Constatou que, se for considerado que todas as habitações que estejam no primeiro pavimento recebam sol, a área sombreada projetada por um edifício de cinco pavimentos é maior do que a área ocupada em planta por este.

O cálculo baseava-se nos dados do solstício de inverno que, estatisticamente, tende a ser o dia mais curto do ano. Na FIG. 1, é possível observar que, na simulação 1, os blocos de apartamentos projetam sombra sobre outros blocos. Isso acarreta que alguns apartamentos (marcados em azul) recebem mais sol que outros durante o inverno e, portanto, mais valorizados.

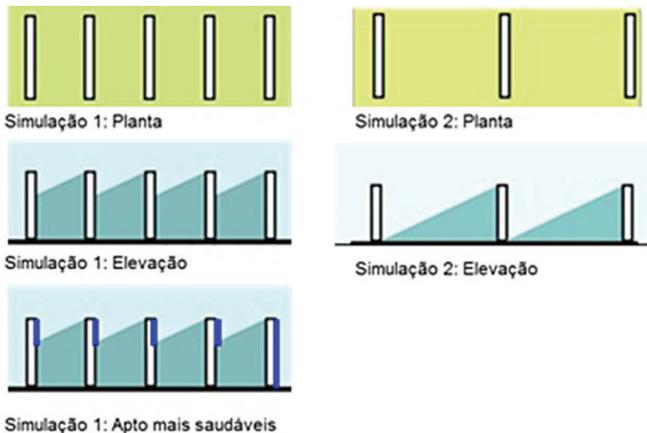


Figura 1 • Simulação para melhor implantação dos edifícios

Fonte: Dudeque, 2008.

Na simulação 2, nenhum bloco de apartamentos projeta sombra sobre outros. Todos os apartamentos são igualmente saudáveis. Gropius apresentou várias simulações (com cálculos que equacionavam insolação, quantidade total de blocos em um lote, relação entre número de apartamentos e área total do empreendimento, distância entre blocos, altura de blocos e custos de elevadores). A situação ideal encontrada seriam os blocos de 12 pavimentos.

Em 1920, Corbusier apresentou croquis com as ideias das cidades-torres de Perret conforme ilustrado na FIG. 2.

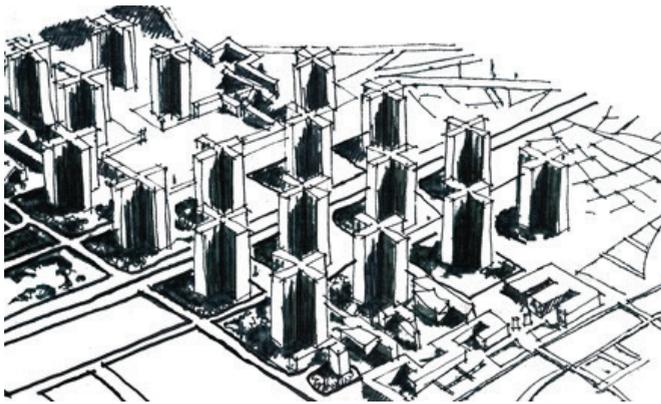


Figura 2 • Cidade-torre de Le Corbusier

Fonte: Dudeque, 2008.

Estas consistiam de aglomerações compostas de grandes arranha-céus, implantados ordenadamente com grande distância um dos outros, como demonstrado na figura anterior. De acordo com Miana (2010), as cidades-torres eram dotadas de edifícios altos e idênticos, de 220 m de altura, 60 andares e de 150 a 200 m<sup>2</sup> de base, afastados entre si de 250 a 300 m, dispostos em terrenos livres contínuos tratados como parques. Estes eram cortados por grandes vias de tráfego de veículos, que se organizariam conforme as características e velocidades específicas. Dessa maneira, a intensa verticalização proporcionaria densidades cinco a dez vezes superiores às verificadas nas aglomerações urbanas tradicionais, deixando parte significativa do solo livre de construções.

O desejo pela verticalidade, seu simbolismo e possibilidade de desenvolvimento de novas tecnologias, transformaram o edifício alto em objeto de poder e *status* (GREGOLETTO; REIS, 2012). Esse processo é o resultado pela busca da multiplicação do solo para permitir a sua ocupação por um número maior de pessoas e atividades segundo Fontenele (2010).

No final do século XIX, cidades norte-americanas, como Nova Iorque e Chicago, começaram a desenvolver os seus modelos de edifícios altos. Inicialmente, a altura dos edifícios foi determinada pelas limitações de tecnologia e acessibilidade à iluminação natural. A partir da Segunda Guerra Mundial, esse cenário evoluiu, pois as novas tecnologias, como ar condicionado, elevadores, estruturas metálicas e o aço, permitiram aumentar a altura dos edifícios e criar um microclima interno independente do ambiente externo. Assim, um novo modelo de arquitetura, os edifícios envidraçados chamados de "estilo internacional", passou a ser exportado e copiado por várias cidades como um ícone da arquitetura contemporânea e símbolo econômico.

A crise energética da década de 1970, por outro lado, alertou o mundo para essa tipologia de edifício como grande consumidor de energia e, a partir da década de 1980, novas ideias começaram a ser propostas: os edifícios inteligentes e sustentáveis.

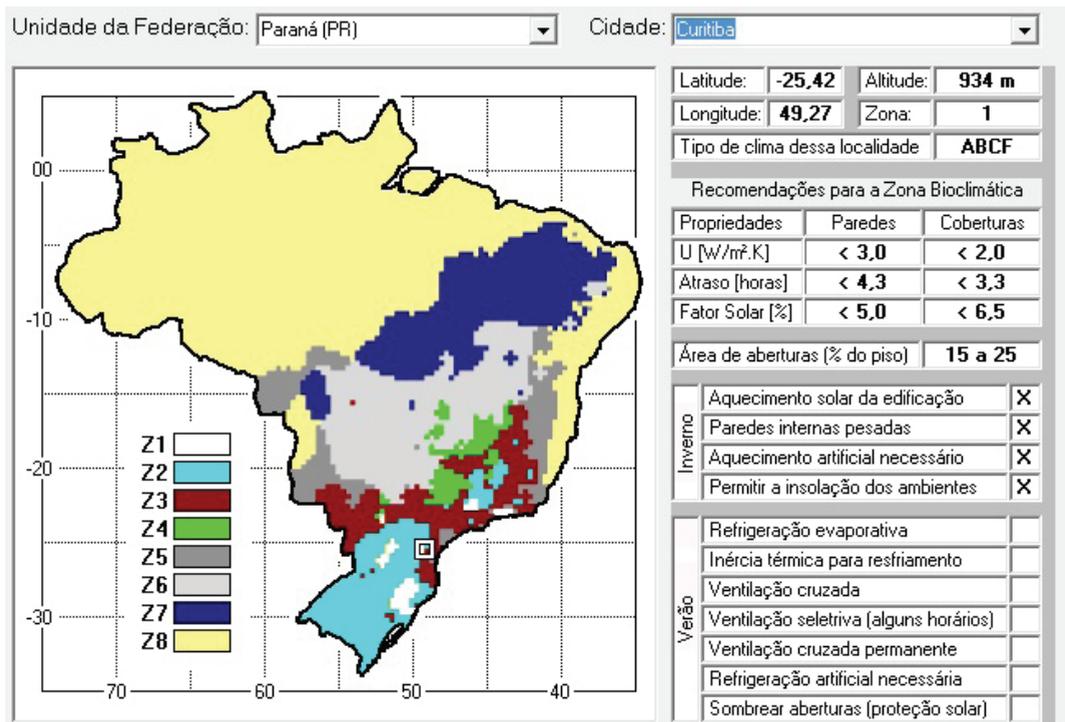
Gonçalves, Duarte e Mulfarth (2007) comentam que, devido à diferença de altura entre o edifício e o entorno urbano, dois impactos ocorrem inicialmente: o de marcar geograficamente uma localidade da cidade e o de provocar alterações no microclima urbano, em decorrência dos efeitos combinados entre a altura e a forma do edifício, e a morfologia do entorno. Os efeitos sobre o microclima urbano podem ser positivos ou negativos, dependendo das condições climáticas locais e das características físicas finais da morfologia urbana, resultantes da inserção do edifício. Este, por sua vez, quando muito alto, pode caracterizar grande barreira que gera enormes áreas sombreadas. Além disso, a tipologia do edifício alto afasta a integração urbana e social, quebrando a relação entre seus ocupantes e as atividades no nível da rua.

Nesse contexto, para Lamberts, Dutra e Pereira (1997) e Garnica (2011), um projeto bioclimático é aquele que adapta a arquitetura ao clima local, visando a atingir um desempenho térmico adequado.

Segundo a NBR 15.220/05 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005), sobre desempenho térmico de edificações, o território brasileiro foi dividido em oito zonas relativamente homogêneas quanto ao clima. Para cada uma destas, formulou-se um conjunto de recomendações técnico-construtivas que otimizam o desempenho térmico das edificações, por meio de sua melhor adequação climática, conforme a FIG. 3.

Figura 3 • Estratégias bioclimáticas para Curitiba

Fonte: Elaborado pelos autores

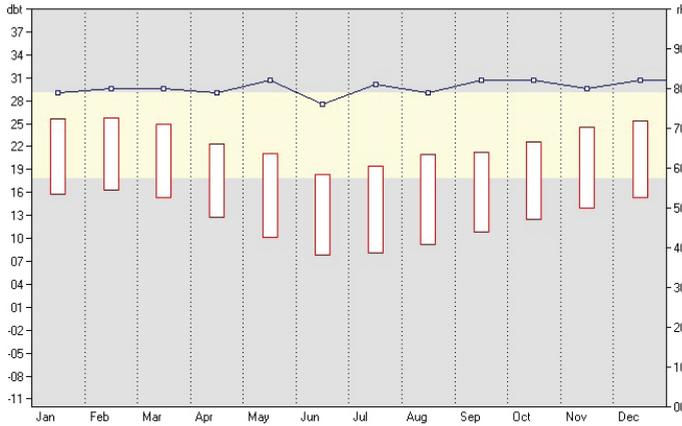


Curitiba encontra-se na zona 1, a qual determina o aquecimento solar da edificação e vedações internas pesadas como principais estratégias de condicionamento térmico para o pe-

ríodo de inverno. Essas recomendações são apontadas, pois, segundo os dados do GRÁF. 1, apenas 20% durante todo o ano apresentam períodos de conforto e 80% de períodos em desconforto, sendo estes 73,2% de frio e 6,84% de calor.

Por ser uma cidade com grandes períodos do ano em desconforto, é imprescindível o aproveitamento máximo da irradiação solar nos dias ensolarados, para a qualidade dos espaços internos.

Gráfico 1 - Faixa de conforto para Curitiba segundo temperatura e umidade



Fonte: Elaborado pelos autores

O gráfico acima mostra, em barras verticais, a variação da temperatura para cada mês e a linha de umidade relativa ao longo do ano. A faixa em amarelo, definida como o intervalo de conforto para as pessoas, mostra que poucos períodos do ano atingem temperatura e umidade ideais simultaneamente.

## Delimitação do estudo

Com a intenção de avaliar a influência do sombreamento gerado pelos edifícios em Curitiba, buscou-se, na Lei Municipal n.º 9.800/2000 (CURITIBA, 2000), de uso e ocupação do solo, e na Portaria n.º 80 (CURITIBA, 2013), as regiões da cidade com maior capacidade para verticalização. Para melhor interpretação dos dados, foi elaborado a TAB. 1, com todos os parâmetros construtivos que podem influenciar na altura dos edifícios: o coeficiente de aproveitamento, a taxa de ocupação, a altura máxima, o limite estipulado pelo cone da Aeronáutica e o potencial construtivo.

Os zoneamentos em Curitiba que apresentam altura livre são a ZC (Zona Central), a SE (Setor Especial Estrutural), a SE BR 116 (Setor Especial da BR 116 – Linha Verde), a SE CC (Zona Especial Centro Cívico) e a SE NC (Setor Especial Nova Curitiba). Em seguida, foram analisados os coeficientes de aproveitamento para cada uma das zonas acima e verificado que a ZC e a SE CC são as regiões com maior capacidade para construção. A primeira determina que a taxa de ocupação é 100% para o térreo e primeiro pavimento e 66% para os demais pa-

vimentos. Já a segunda determina que a taxa de ocupação é 50%. Contudo o potencial construtivo da ZC é de 7 para usos residenciais e 5 para usos comerciais, enquanto na ZC CC é de apenas 2,5. Nesse caso, optou-se pela Zona Central como área de estudo, considerando seu alto potencial para verticalização e maior capacidade de impacto de sombreamento.

A ZC (Zona Central) de Curitiba localiza-se dentro dos limites do bairro Centro e é formada por 122 quadras, como mostra a FIG. 4.

Tabela 1 - Zoneamentos com altura livre

Lei 9.800/2000 e 9.803/2000					
Zoneamento	H	C.A.	T.O.	Potencial construtivo	
ZC	Zona Central	Livre	5	Térreo e 1 pav. = 100% Outros pavs. = 66%	7 para habitação 5 para comércio
SE	Setor Especial Estrutural	Livre	4	Térreo e 1 pav. = 100% Outros pavs. = 50%	5 para habitação 6 para comércio
SE BR 116	Linha Especial da BR 116	Livre	2	50%	3
SE CC	Setor Especial Centro Cívico	Livre	5	50%	2,5
SE NC	Setor Especial Nova Curitiba	Livre	3	50%	1,8

Fonte: elaborado pelos autores.

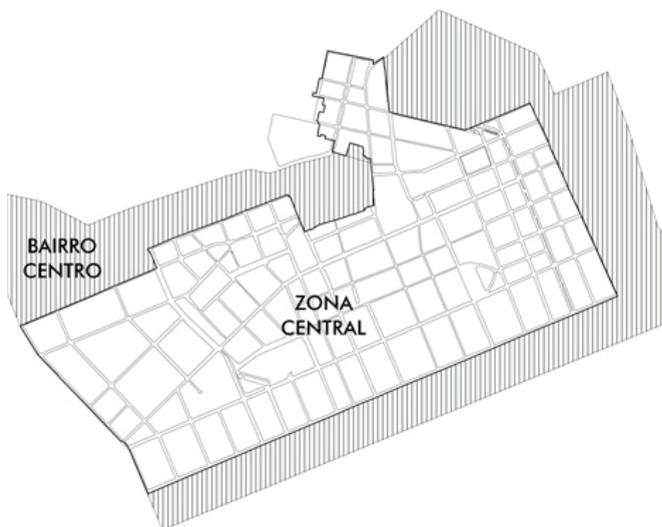


Figura 4 • Zona Central com delimitação das quadras

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando que o zoneamento é uma área determinada pelos mesmos parâmetros legais e construtivos, não há razões para simular toda a sua extensão. Assim, foi delimitado um recorte de estudo ainda menor, dentro da zona central, que atua como uma amostra dos principais impactos gerados pelo

sombreamento deste zoneamento no seu entorno imediato. Assim, por meio do levantamento de todas as construtoras que atuam hoje em Curitiba nessa região, podem-se encontrar todos os empreendimentos construídos nos últimos dez anos e aqueles que ainda estão em obra. O QUADRO 1 mostra a lista dessas construtoras.

Quadro 1 - Construtoras atuantes na Zona Central de Curitiba atualmente

Arce	GFA	JL	Rossi
Belmmen	Hafillnk	Laguna	Stuhlberger
Brookfield	Heitzfeld	Monarca	San Remo
Cyrella	Helbor	Neubau	Thá
Concorde	Hestia	Partilha	Tecnisa
Dória	Hugo Peretti	PDG	Terrasse
Gafisa	Invespark	Riskalla	VCG

Fonte: elaborado pelos autores.

As praças e áreas verdes, por outro lado, foram demarcadas pela observação *in loco* conforme FIG. 5.

Nitidamente foi encontrada uma aglomeração de construções entre as ruas Carlos de Carvalho, Visconde de Guarapuava, Desembargador Motta e Visconde de Nácar, conforme FIG. 6. Essa área mais adensada causa um impacto maior de sombreamento e, portanto, foi escolhida como recorte de estudo.

Figura 5 • Zona Central com empreendimentos hachurados

Fonte: elaborado pelos autores.



A área engloba 17 quadras e está no limite oeste do zoneamento, onde a valorização imobiliária é maior, segundo dados do Instituto Bridi e Sinduscon-PR. As áreas abertas mais próximas a esse recorte são as praças Rui Barbosa, General Osório e Oswaldo Cruz (FIG. 6).



Figura 6 • Zona Central com recorte de pesquisa definido

Fonte: elaborado pelos autores.

## Procedimento experimental

A simulação computacional das construções verticalizadas foi elaborada nos *softwares* Auto CAD e Sketchup Pro, com a intenção de analisar a influência do seu sombreamento na Zona Central. Para isso, foi feito um levantamento de campo para contagem da quantidade de pavimentos de cada edifício já construído nas 17 quadras e elaborado um modelo volumétrico para análise (FIG. 7).

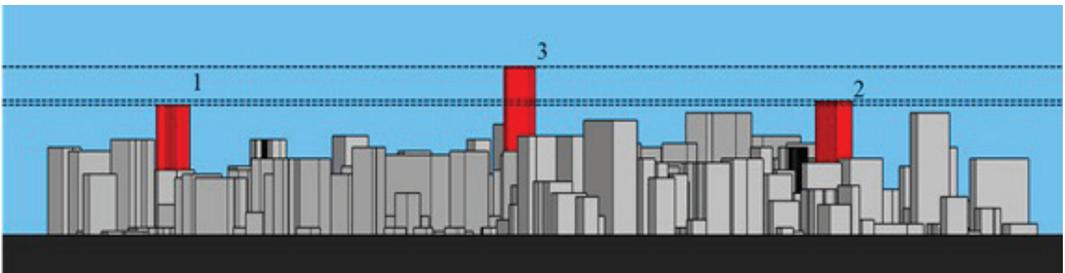


Figura 7 • Skyline do recorte de pesquisa

Fonte: elaborado pelos autores.

Através do *skyline* do recorte, foi possível perceber que existem três edifícios que se destacam em relação à malha urbana construída. O edifício 1, com 119 m de altura e 34 pavimentos, tem uso residencial; o segundo, com 123 m e 35 pavimentos, uso misto; e o terceiro, com 154 m, é o edifício mais alto de Curitiba, formado por 44 pavimentos e uso misto.

Na FIG. 8, estão destacados esses empreendimentos que serão estudados, com o intuito de avaliar a eficiência do instrumento regulatório, Lei 9.800/2000 de uso e ocupação do solo do Município de Curitiba (CURITIBA, 2000).



Figura 8 • Mapa do recorte com edifícios a serem analisados

Fonte: elaborado pelos autores.

Na FIG. 9, estão as fotos de cada um desses edifícios. Suas características volumétricas valorizam a tipologia do edifício-torre, pois marcam geograficamente uma localidade da cidade e procuram se destacar do entorno imediato.



Figura 9 • Fotos dos três edifícios

Fonte: fotos dos autores..

Para analisar o impacto que o sombreamento gerado por esses edifícios influencia no entorno, foram desenvolvidas simulações computacionais nos solstícios de inverno e de verão. No primeiro período, foram analisados apenas os horários da tarde, visto ser o intervalo mais relevante para aquecimento dos ambientes internos, garantindo o conforto térmico para a noite. No segundo período, as simulações foram feitas nos horários da manhã, pois representam o sol mais saudável e temperaturas em níveis confortáveis. À tarde, durante o verão, é interessante que haja áreas sombreadas para evitar o uso de equipamentos de ar condicionado que despendem grandes gastos energéticos.

Conforme a FIG. 10, as sombras do solstício de inverno foram analisadas às 15h e estão representadas em azul. Já as sombras do solstício de verão foram projetadas às 9h e estão desenhadas em vermelho.



objeto e, portanto, a sombra do edifício 3 alcança até 295 m no período de inverno, às 15h, aproximadamente 2 quadras.

Os resultados apresentados anteriormente são contraditórios em relação às necessidades do ser humano, pois enquanto se busca a maior área de exposição ao sol nos dias mais frios para aquecimento e maior conforto térmico, tem-se mais áreas sombreadas.

Com o objetivo de analisar a influência direta que os edifícios altos exercem nas construções vizinhas, elaborou-se uma segunda simulação com apenas o edifício 3, o mais alto entre eles, denominado Universe. Para isso, foram escolhidos os dois edifícios mais próximos a ele como sendo os objetos a serem analisados. Destes, os dois são de uso comercial (FIG. 11).

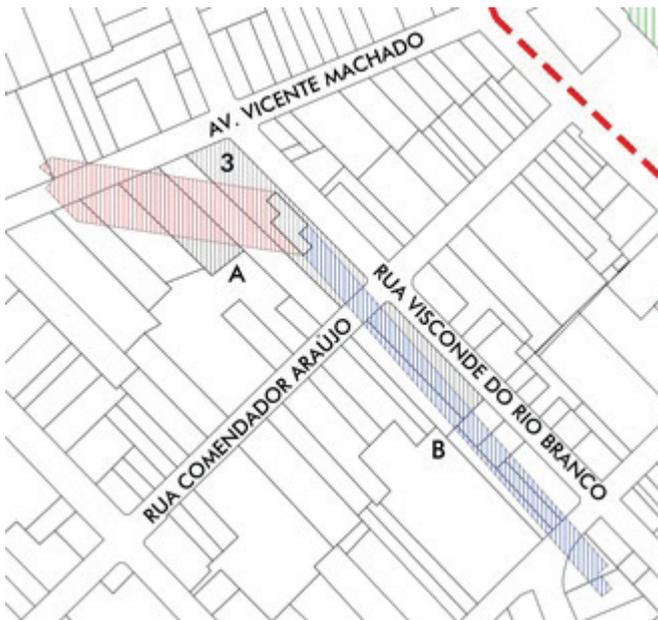


Figura 11 • Edifícios que sofrem influência da sombra gerada pelo Universe

Fonte: elaborado pelos autores.

A figura acima mostra a planta do recorte de pesquisa com os lotes que contêm os edifícios estudados. A sombra no solstício de verão, às 9h, atinge o lote A (edifício comercial de 18 andares). Já a sombra de solstício de inverno, às 15h, atinge o lote B (edifício comercial com 27 andares). Nas simulações volumétricas a seguir, é possível perceber como a implantação do Universe interfere nos edifícios ao redor em termos de quantidade de luz solar direta que estes recebiam e que agora deixaram de receber (FIG. 12).

Na figura acima, os quadrados em amarelo representam a porção da fachada que recebe luz solar direta; e os quadrados cinza, o que está sombreado. Para quantificar a diferença entre a área que sofreu influência antes e depois da inserção do Universe, foi elaborada a TAB. 2.

Na tabela, é possível encontrar o dia e o horário de cada simulação. Para as 9h da fachada 1, por exemplo, há uma diferença de 98% de área sombreada com a construção do Universe e, para a fachada 2, existe uma diferença de 50% de área. Por fim, a sombra gerada no solstício de inverno às 15h alcança o edifício B, também de uso comercial (FIG. 13).

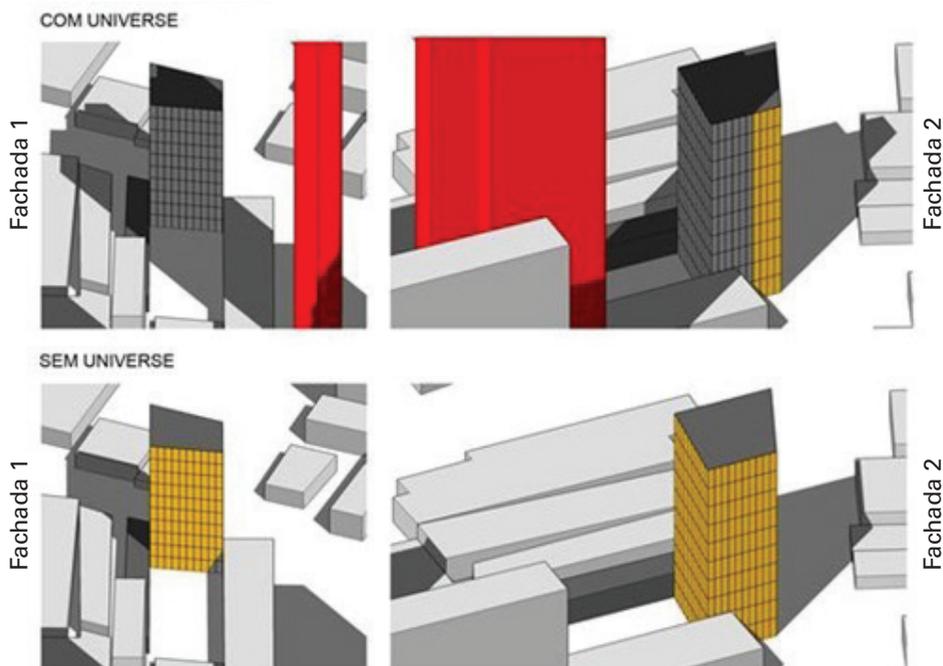


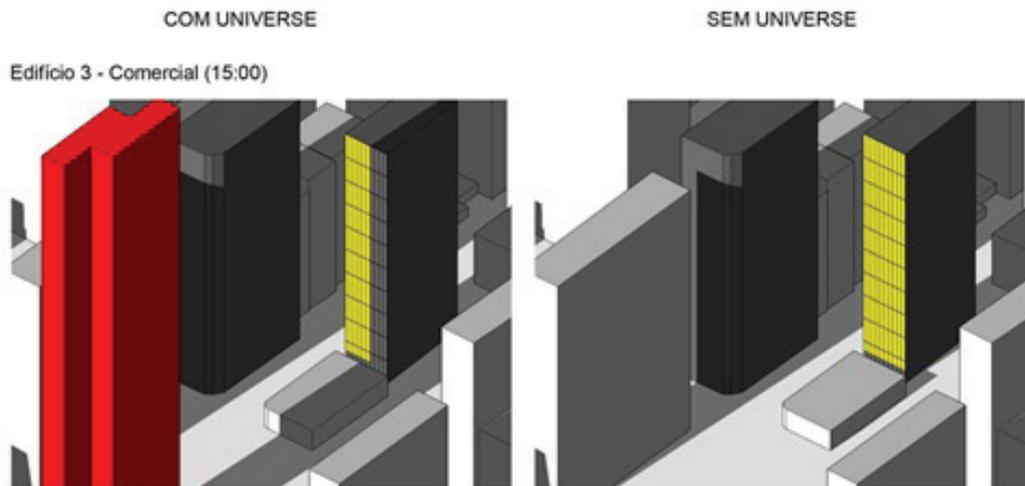
Figura 12 • Simulação solstício de verão - Ed. comercial (9h)

Fonte: elaborado pelos autores.

Tabela 2 - Resultados simulação solstício de verão - Ed. comercial

Solstício de verão				
Latitude: -25.5°	Dia: 21 de dezembro	Edifício: A		
Longitude: -49.2°	Sol nasce: 5h26min	Tipologia: comercial		
Zona: -3h	Sol se põe: 19h2min	Fachada: 1		
Dados gerais			Sombreamento	
Horário	Azimute	Altitude	Com Universe	Sem Universe
9h	98.2°	45.9°	100%	2%
Latitude: -25.5°	Dia: 21 de dezembro	Edifício: A		
Longitude: -49.2°	Sol nasce: 5h26min	Tipologia: comercial		
Zona: -3h	Sol se põe: 19h2min	Fachada: 2		
Dados gerais			Sombreamento	
Horário	Azimute	Altitude	Com Universe	Sem Universe
9h	98.2°	45.9°	60%	10%

Fonte: elaborado pelos autores.



Como é possível perceber na imagem anterior, o edifício comercial analisado sofre profundamente com a construção do edifício Universe. Praticamente metade da sua fachada norte, teoricamente a que mais receberia sol, fica comprometida com o sombreamento do edifício Universe. Os dados numéricos na TAB. 3 mostram que há um incremento de áreas sombreadas de 38%.

Figura 13 • Simulação solstício de inverno - Ed. comercial

Fonte: elaborado pelos autores.

Tabela 3 - Resultado simulação solstício inverno

Solstício de inverno				
Latitude: -25.5°	Dia: 21 de junho	Edifício: B		
Longitude: -49.2°	Sol nasce: 7h6min	Tipologia: Comercial		
Zona: -3h	Sol se põe: 17h30min	Fachada: 1		
Dados gerais			Sombreamento	
Horário	Azimute	Altitude	Com Universe	Sem Universe
15h	-42.0°	27.3°	43%	5%

Fonte: elaborado pelos autores.

## Considerações finais

Devido a esse desenvolvimento urbano acelerado e aos problemas da falta de qualidade ambiental e urbana gerada por ele, muitos debates foram feitos a fim de definir as direções que o crescimento das cidades deveria tomar. Alguns idealizadores comentados como Walter Gropius e Le Corbusier defenderam princípios que são vistos hoje como ferramentas para a construção de cidades mais sustentáveis. O acesso das pessoas aos espaços verdes, a valorização do pedestre, a disponibilidade de transporte público adequado, etc.

O apoio de ferramentas de simulação computacional para avaliação da influência do sombreamento dos edifícios dentro do recorte de estudo possibilitou, por meio da representação do modelo real, a obtenção de dados numéricos e volumétricos para a sua análise. Os resultados de tais avaliações quando elaboradas ainda na fase preliminar de projetos podem dar suporte na tomada de decisões dos futuros empreendimentos

com a intenção de minimizar os impactos gerados por eles no seu entorno.

Os edifícios analisados que já estão construídos comportam-se como personagens independentes dentro da esfera urbana, pois a projeção de suas sombras compromete consideravelmente o desempenho térmico, lumínico e energético das edificações vizinhas.

O sol do inverno caracteriza-se por uma trajetória angular mais baixa do que o sol de verão. Isso comprova o fato de as sombras durante o mês de junho apresentarem maior alcance horizontal e maior área computada. Enquanto os três edifícios totalizam 19.775 m<sup>2</sup> de área sombreada no inverno, o verão atinge 16.059 m<sup>2</sup>. Na segunda etapa das simulações, a projeção da sombra do empreendimento Universe comprovou a grande influência nos edifícios mais próximos a ele. Em todas as fachadas estudadas, observou-se alguma diferença nos índices de sombreamento com e sem o edifício gerador de sombra variando de 30% a 98% de incremento de áreas que não receberiam mais a luz solar direta.

Conclui-se então que a verticalização exagerada na Zona Central de Curitiba é negativa. A intenção de redução de impacto ambiental no entorno imediato juntamente com a necessidade de ocupação máxima do solo deve ser planejada em um contexto mais significativo, englobando as quadras que estejam em um raio de influência direta. Os resultados de tais avaliações, quando elaboradas ainda na fase preliminar de projetos, podem dar suporte na tomada de decisões dos futuros empreendimentos com a intenção de minimizar os impactos gerados por eles no seu entorno.

Sugere-se que os órgãos responsáveis pela revisão do Plano-Diretor analisem a possibilidade de especificar melhor a questão de altura livre em certos zoneamentos da cidade com o critério de proporcionalidade do entorno construído. Assim, impactos expressivos de sombreamento, como o caso do Universe, seriam evitados nos próximos empreendimentos.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.220/05**: desempenho térmico de edificações. Parte 1: definições, símbolos e unidades. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

CURITIBA. Prefeitura Municipal. **Lei n.º 9.800, de 3 de janeiro de 2000**. Dispõe sobre o Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo no Município de Curitiba e dá outras providências. Disponível em: <<http://multimedia.curitiba.pr.gov.br/2010/00084664.pdf>>. Acesso em: 1º maio 2014.

CURITIBA. Prefeitura Municipal. **Portaria n.º 80, de 15 de julho de 2013**. Regulamenta o disposto nos artigos 1.º e 2.º do Decreto 1020/2013, quanto aos parâmetros construtivos relevantes. Disponível em: <<http://multimedia.curitiba.pr.gov.br/2013/00134265.pdf>>. Acesso em: 1.º maio 2014.

DUDEQUE, Irã. **Material de aula**: Graduação em Arquitetura e

Urbanismo. Curitiba: Universidade Positivo, 2008.

FONTENELE, Sabrina. **Relações entre o traçado urbano e os edifícios modernos no Centro de São Paulo**: Arquitetura e Cidade (1938/ 1960). 2010. 274 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

GARNICA, Mariana. **Diretrizes construtivas utilizando o zoneamento bioclimático brasileiro**. Florianópolis: Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, 2011.

GONÇALVES, Joana Carla Soares; DUARTE, Denise H.; MULARTH, Roberta. **Sustentabilidade ambiental urbana no ensino de graduação: proposta do Departamento de Tecnologia**. In: ENCAC ELACAC 2007, 2007, Ouro Preto. IX Encontro Nacional de V Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente ConStruído. DVD : DVD, 2007. v. 01. p. 01-10

GREGOLETTO, Débora; REIS, Antônio Tarcísio da Luz. Os edifícios altos na percepção dos usuários do espaço urbano. **Cadernos do Proarq** (UFRJ), v. 1, p. 89-110, 2012.

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA. **Diagrama de diretrizes de crescimento de Curitiba (2010)**. Curitiba: IPPUC, 2010. Disponível em: <<http://www.ippuc.org.br/default.php>>. Acesso em: 1º out. 2013.

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA. **Mapa de Zoneamento de Curitiba (2000)**. Curitiba: IPPUC, 2000. Disponível em: <<http://www.ippuc.org.br/default.php>>. Acesso em: 1º out. 2013.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando. **Eficiência energética na Arquitetura**. São Paulo: PW, 1997.

MIANA, Anna Christina. **Adensamento e forma urbana: inserção de parâmetros ambientais no processo de projeto**. 2010. 394f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

SCUSSEL, Maria Conceição Barletta; SATTLER, Miguel Aloysio. Cidades em (trans)formação: impacto da verticalização e densificação na qualidade do espaço residencial. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 137-150, set. 2010.

Recebido em 06/02/2015

Aprovado em 09/04/2015

