ENVELOPE SOLAR: FERRAMENTA DE ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO URBANÍSTICA PARA GARANTIA DO ACESSO SOLAR - ESTUDO NO PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE SÃO LOURENÇO DO SUL-RS[1]

SCHNEID, A., Universidade Federal de Pelotas, email: andreiaschneid@gmail.com; CORREA, C. M. B., Universidade Federal de Pelotas, email: celinab.sul@terra.com.br

ABSTRACT

This study presents an application of the Envelope Solar (ES) method directed to urban planning, as a way of demonstrating its support for the formulation of urban regulations, specifically in the Sustainable Development Master Plan (PDDIS) of the São Lourenço do Sul, 2006, which began to be revised in 2018. Therefore, the objective of this work is to demonstrate that the use of ES helps to define urban parameters that aim to guarantee solar access to buildings, providing environmental comfort and habitability, as well as contributing to the reduction of energy consumption. Through a pilot study, three - dimensional computational simulations were carried out in Google SketchUp software, in unoccupied lots of two blocks of different zoning and with different urban parameters of this city, using the urban maximum indices of occupation. ES were generated in the Rhinoceros software with the aid of the DIVA and Grasshopper applications, with the minimum daily solar access interval to the buildings, defined based on the bibliographic review. Afterwards, the simulations (PDDIS and ES) were overlapped, which demonstrated that the current PDDIS does not guarantee solar access, requiring studies and instruments for its revision that ensure the right to the sun to its inhabitants.

Key words: *Solar Envelope. Urban Parameter. Solar Access. Urban Planning.*

1 INTRODUÇÃO

O Direito ao Sol "direito ao acesso à radiação solar direta sem obstáculos de objetos adjacentes" assegura que novas construções não projetem sombras indesejáveis em edificações existentes e no seu entorno (LECHNER, 1990).

Através de legislações urbanísticas pode-se garantir a insolação mínima às edificações, elemento fundamental para a qualidade do ambiente, no que diz respeito principalmente à higiene e a salubridade (GRAZIANO JR., 2004).

---

[1]SCHNEID, A., CORREA, C. M. B. Envelope solar: ferramenta de análise da legislação urbanística para garantia do acesso solar - estudo no Plano Diretor do município de São Lourenço Do Sul - RS. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

Segundo Souza et al. (2007), o Envelope Solar (ES) tem o intuito de disciplinar a verticalização urbana através de legislações que garantam permeabilidade em relação à ventilação e à iluminação naturais.

Tamura e Krüger (2010) apontam a necessidade de leis, especialmente para zonas residenciais, que assegurem o aumento da área mínima dos lotes e que façam uso do conceito de ES, a fim de estabelecer a máxima volumetria permitida e garantir os benefícios do acesso solar.

O ES configura:

> Um volume imaginário sobre o terreno dentro do qual o edifício deve ficar inserido para não projetar sombras indesejáveis sobre os vizinhos, e permite, assim, acesso ao sol e à iluminação natural. O tamanho e a forma do ES variam com o tamanho do local, a orientação e a latitude, o tempo de acesso solar desejado e a quantidade de sombra permitida em ruas e edifícios adjacentes (PEREZ e FAVERO, 2014, p. 5).

Perez e Favero (2014) destacam a importância do ES no controle do adensamento e da verticalização das construções, sendo este uma ferramenta que embasa definições de diretrizes solares para o planejamento urbano e para as edificações, no que diz respeito ao índice de aproveitamento máximo, volumetria, gabarito, afastamentos e recuos.

Recuos, taxas de ocupação e gabaritos são parâmetros urbanísticos previstos em legislações, que permitem ao Poder Público controlar e garantir o acesso solar as edificações (VIANNA, 2017).

2 OBJETIVO

Este trabalho objetiva demonstrar a utilização do ES no auxílio à definição de parâmetros urbanísticos que visem garantir o acesso solar as edificações, apoiando a revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado e Sustentável (PDDIS) do município de São Lourenço do Sul-RS, Lei Municipal N.º 2839 (SÃO LOURENÇO DO SUL, 2006), a qual foi iniciada em 2018. Este estudo piloto pretende demonstrar a importância de fundamentar a revisão de leis urbanísticas em estudos que proporcionem o acesso solar as edificações.

3 METODOLOGIA

Conforme Gil (2008) esta pesquisa se classifica como aplicada, exploratória e experimental, quanto aos procedimentos adotados.

Os dados relativos ao ambiente edificado foram disponibilizados pela Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente do município, através de mapas cadastrais que forneceram o uso, a área, o perímetro construído e o gabarito de cada lote.

Este estudo foi realizado utilizando-se os *softwares SketchUp* 2015, *Google LLC*, e *Rhinoceros 3D 5* desenvolvido pela *Robert McNeel & Associates* com o aplicativo *DIVA* 4 para *Grasshopper*.

Neste trabalho não foram considerados os sombreamentos provocados pelas pré-existências (edificações do entorno e vegetação), assim como a topografia do local, a qual não apresenta relevante variação entre as cotas de níveis na área estudada.

3.1 Definição das áreas de estudo

São Lourenço do Sul situa-se a aproximadamente 190 km e 60 km das cidades de Porto Alegre e Pelotas, respectivamente, no estado do Rio

Grande do Sul, Brasil, e possui cerca de 43.000 habitantes (IBGE, 2010) distribuídos entre a zona urbana e rural.

Localiza-se à Latitude Sul 31° 21' 46" e longitude Oeste 51° 58' 44" (CIDADE BRASIL, 2018) e possui clima quente e temperado, com temperatura média de 18.6 °C (CLIMATE DATA ORG, 2018).

Neste estudo foram selecionados dois quarteirões situados dentro do perímetro urbano do município e localizados em zoneamentos distintos do PDDIS: ZCT – Zona Comercial Turística, no balneário e a ZCC – Zona Comercial Central, na área central. Ambos os quarteirões apresentam potencial para futuras construções, além de ocupações existentes de uso residencial.

Os parâmetros urbanísticos nestes zoneamentos estão indicados na Tabela 1, onde T.O. refere-se à taxa de ocupação máxima; I.A. ao índice de aproveitamento máximo e T.P. à taxa de permeabilidade mínima.

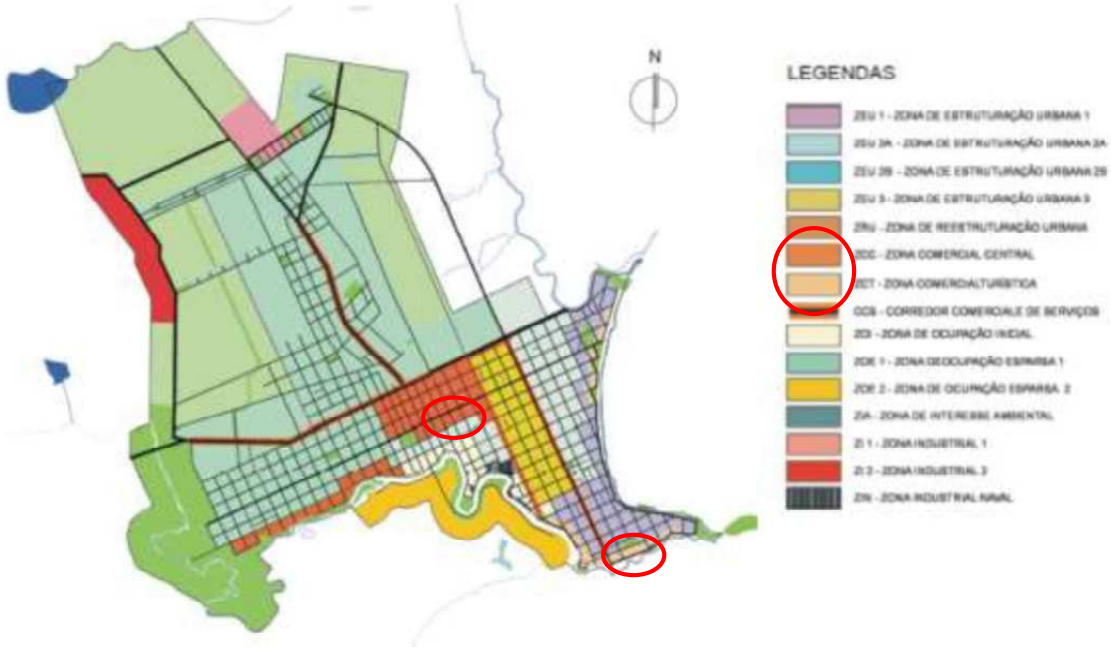
Tabela 1 – Parâmetros urbanísticos PDDIS

Zoneamento	T.O.	I.A.	T.P.	Recuo: Frontal	Recuo: Esquina	Gabarito
ZCT	70%	2,4	20%	4,00m	4,00m e 2,00m	4 pavimentos
ZCC	90%	6,0	-	Não é obrigatório	Não é obrigatório	Sem limite

Fonte: PDDIS (2006)

A Figura 1 apresenta o Modelo Espacial Urbano, que estabelece o zoneamento do perímetro urbano conforme o PDDIS, destacando as áreas de estudo.

Figura 1 – Modelo espacial urbano – Mapa 05



Fonte: PDDIS (2006)

A quadra N.º 82, localizada na ZCC (Figura 2), apresenta 20% dos lotes desocupados. Dos lotes ocupados, 30% são por unidades residenciais e os demais por comércio e serviços.

Figura 2 – Quadra N.º 82 - ZCC



Fonte: Google Earth (2018)

A quadra N.º 191, localizada na ZCT (Figura 3), apresenta 46,67% dos lotes desocupados. Nas áreas ocupadas, predomina o uso residencial, onde somente 1 lote apresenta o uso misto (residencial e comercial).

Figura 3 – Quadra N.º 191 - ZCT



Fonte: Google Earth (2018)

Esta quadra se localiza junto a orla do balneário, local propício à exploração do potencial construtivo máximo, especialmente quanto ao gabarito.

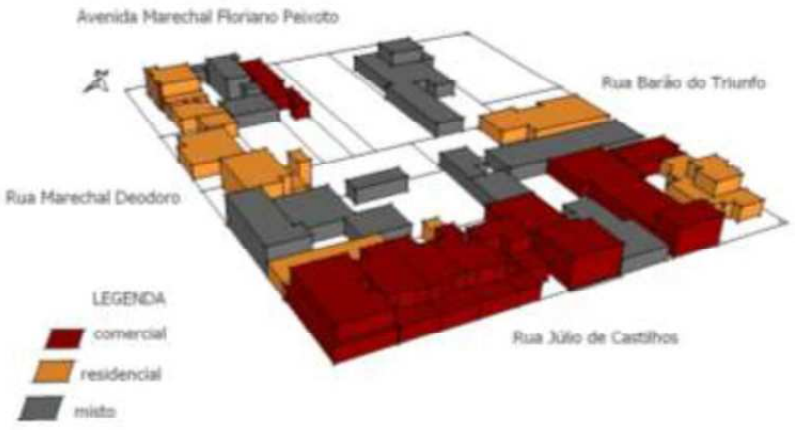
3.2 Modelagem 3D

A modelagem tridimensional das ocupações existentes e simulações conforme o PDDIS foi realizada no *software Google* SketchUp 2015, onde para fins de representação adotou-se a altura de 3,00m para cada pavimento.

3.2.1 Modelagem conforme o uso e a ocupação existente

A Figura 4 apresenta a modelagem da quadra N.º 82, onde 43,75% dos lotes edificados possuem 1 pavimento e 56,25% possuem 2 pavimentos.

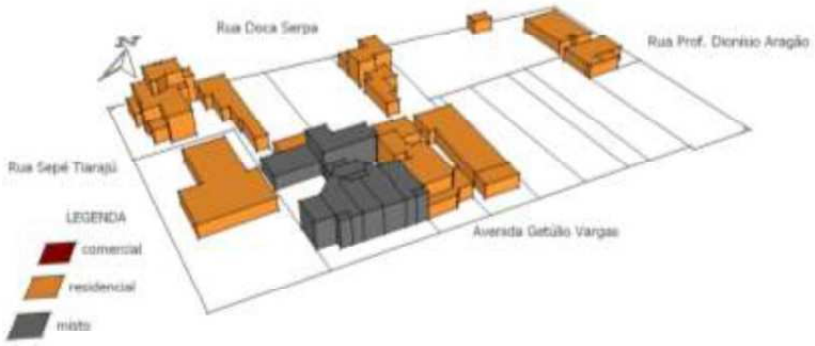
Figura 4 – Modelagem quadra N.º 82 – *Software Google SketchUp* 2015



Fonte: Os autores

A Figura 5 apresenta a modelagem da quadra N.º 191, onde 50% dos lotes edificados possuem 1 pavimento, 37,5% possuem 2 pavimentos e apenas 1 (12,5%) possui 3 pavimentos.

Figura 5 – Modelagem quadra N.º 191 – *Software Google SketchUp* 2015

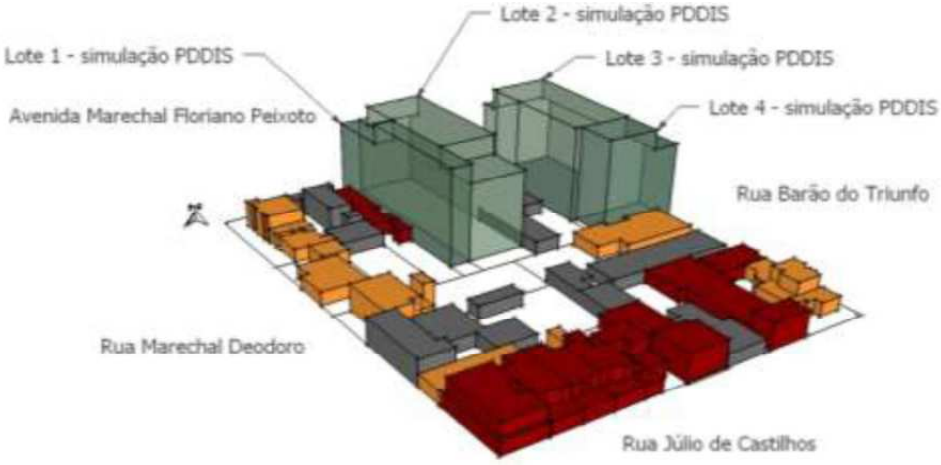


Fonte: Os autores

3.2.2 Simulação da ocupação máxima dos lotes desocupados conforme PDDIS

Para cada lote desocupado foi proposta uma ocupação, aplicando-se os parâmetros urbanísticos máximos permitidos pelo PDDIS vigente. Estes lotes foram identificados conforme demonstram as Figuras 6 e 7.

Figura 6 – Modelagem quadra N.º 82 – *Software Google SketchUp* 2015

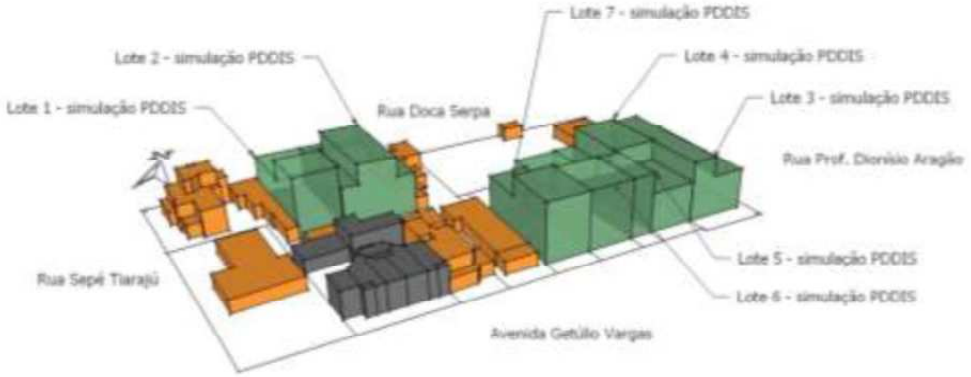


Fonte: Os autores

O lançamento das volumetrias ocorreu pela adoção da taxa de ocupação máxima, com posterior aplicação dos demais parâmetros urbanísticos (índice de aproveitamento, gabarito e recuos).

Utilizando-se T.O. e I.A. máximos, obteve-se em todos os lotes da quadra N.º 82 o gabarito de 7 pavimentos, o que na quadra N.º 191, resultou no gabarito de 4 pavimentos, respeitando-se os recuos mínimos obrigatórios.

Figura 7 – Modelagem quadra N.º 191 – *Software Google SketchUp* 2015



Fonte: Os autores

3.3 Geração dos ES

A geração dos ES foi realizada por método computacional, com o *software Rhinoceros 3D* juntamente com o aplicativo *DIVA* 4 para *Grasshopper*, o qual gerou o ES para cada lote, baseado na latitude e no período de acesso solar considerando todo o ano.

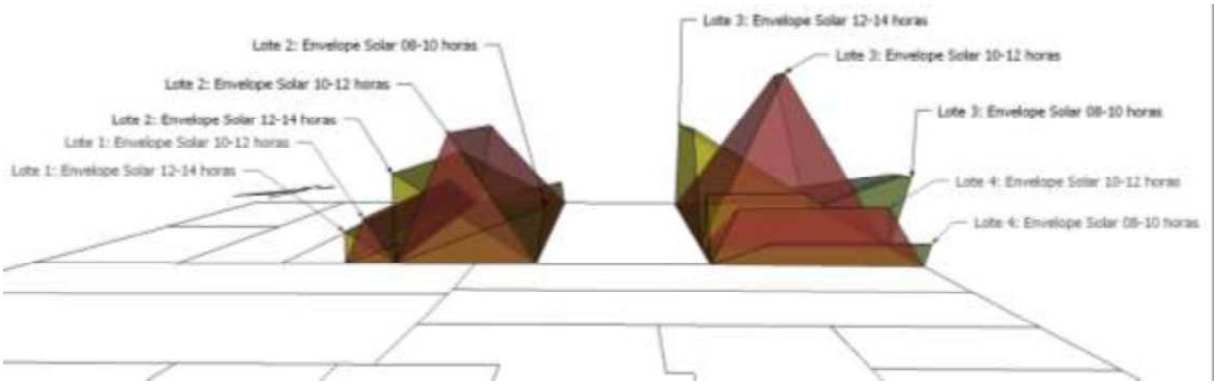
Segundo Vianna (2017):

> No método de geração do envelope desenvolvido por Brown e Dekay (2007), a geometria é determinada pelo horário do dia no qual o acesso solar deve ser mantido (VIANNA, 2017, p. 52).

Neste trabalho, estabeleceu-se o período mínimo de acesso solar de duas horas diárias, conforme recomendado na Carta de Atenas de 1933 (IPHAN, 2018). Para a definição deste intervalo, foram realizadas as seguintes simulações dos ES na quadra N.º 82: das 08 às 10 horas, das 10 às 12 horas e das 12 às 14 horas.

A sobreposição dessas simulações, Figura 8, demonstrou que o intervalo das 10 às 12 horas forneceu a maior volumetria, favorecendo o potencial construtivo de cada terreno, sendo por este fato, o escolhido para as simulações deste estudo. Além disso, este período enquadra-se na faixa de horário de maior radiação, das 10 às 14 horas aos 30º de latitude sul, conforme destacado por Vianna (2017).

Figura 8 – Sobreposição dos ES na quadra N.º 82 – *software Rhinoceros 3D* com o aplicativo *DIVA* 4 para *Grasshopper*

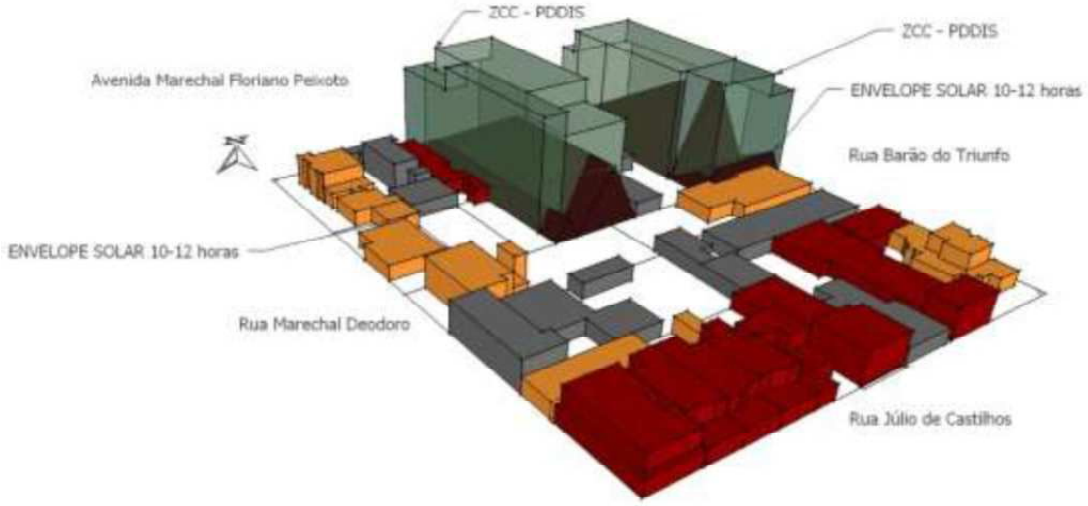


Fonte: Os autores

3.4 Sobreposição das simulações: PDDIS x ES

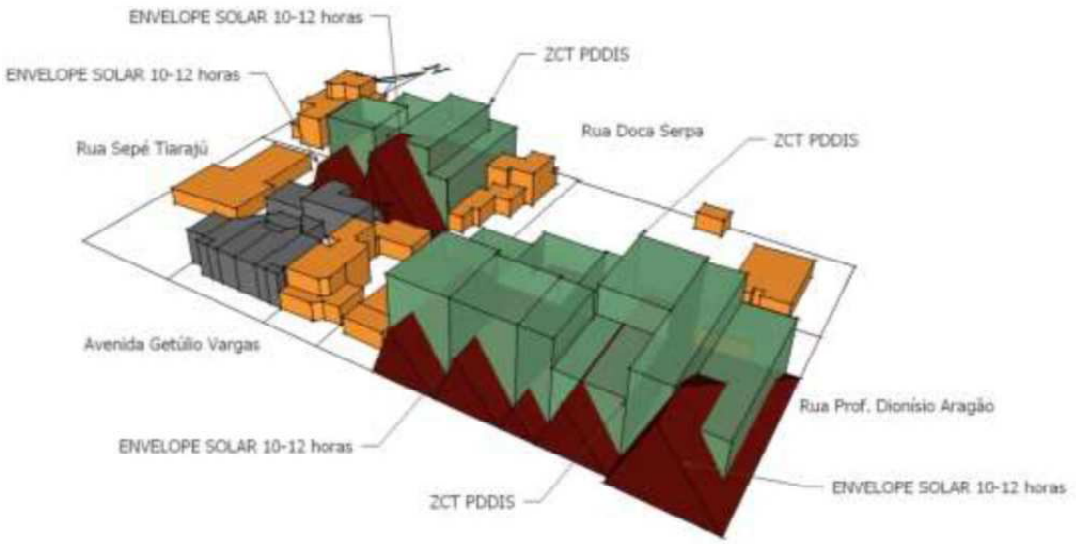
As Figuras 9 e 10 apresentam as sobreposições dos ES com a simulação da ocupação máxima conforme PDDIS, nas quadras N.º 82 e 191, respectivamente.

Figura 9 – Sobreposição das simulações nos *softwares Google* SketchUp 2015 e *Rhinoceros 3D* com o aplicativo *DIVA* 4 para *Grasshopper* – quadra N.º 82



Fonte: Os autores

Figura 10 – Sobreposição das simulações nos *softwares Google* SketchUp 2015 e *Rhinoceros 3D* com o aplicativo *DIVA* 4 para *Grasshopper* – quadra N.º 191



Fonte: Os autores

4 RESULTADOS

As sobreposições apresentadas nas Figuras 9 e 10 indicam que a aplicação dos parâmetros urbanísticos máximos estabelecidos pelo PDDIS vigente não garantem o acesso solar as edificações, uma vez que o gabarito excedente na quadra N.º 82 (ZCC) atingiu o equivalente a 5 pavimentos (lote 1) e na quadra N.º 191 (ZCT) 2 pavimentos (lote 5).

Este resultado indica que a falta de definição de gabarito na ZCC, pode ocasionar prejuízos em termos de insolação às edificações existentes.

Os resultados também demonstraram que nos lotes de menores áreas e menores testadas, ocorrem o maior excedente de gabarito.

5 CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou como o método Envelope Solar (ES) pode auxiliar nos estudos pertinentes às legislações urbanísticas, como o Plano Diretor.

Este método poderá embasar a definição e adequação dos parâmetros urbanísticos do Plano Diretor do município estudado, através de simulações do ambiente construído e do potencial construtivo previsto em lei, aliadas à geração de ES em diferentes zoneamentos.

O estudo demonstrou a necessidade da definição de gabarito máximo para a ZCC, bem como a revisão do gabarito na ZCT, pois as simulações indicaram um excedente de volumetria que pode comprometer o acesso solar ao entorno edificado.

Quanto ao parcelamento do solo urbano verificou-se que a concepção de lotes com testadas reduzidas pode diminuir o gabarito das edificações para que seja preservado o acesso solar.

Por fim, este trabalho além de demonstrar a aplicabilidade do ES, indicou que os parâmetros urbanísticos do atual PDDIS podem ser revisados embasados em ferramentas que garantam o acesso solar e assegurem o direito ao sol.

REFERÊNCIAS

CIDADE BRASIL. Disponível em: <http://www.cidade-brasil.com.br/municipio-sao-lourenco-do-sul.html> Acesso em: 31 jan. 2018.

CLIMATE DATA ORG. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/location/37412/> Acesso em: 31 jan. 2018.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 2008. 6º Ed. São Paulo. Editora Atlas S.A. 220p. Disponível em: <https://ayanrafael.files.wordpress.com/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9cnicas-de-pesquisa-social.pdf> Acesso em: 02 nov. 2017.

GRAZIANO JUNIOR, S. F. C. G. **Iluminação Natural**. Revista Lume Arquitetura. 11ed. Dez. 2004. 5p. Disponível em: <http://lumearquitetura.com.br/pdf/ed11/ed_11_Ponto.pdf> Acesso em: 18 mar. 2018.

IBGE INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de informações básicas municipais:** Panorama 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/sao-lourenco-do-sul/panorama> Acesso em: 07 out. 2017.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL – IPHAN. **Carta de Atenas**. 1933, 38p. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Carta%20de%20Atenas%201933.pdf > Acesso em: 18 mar. 2018.

LECHNER, N. **Heating, cooling, lighting: design methods for architects**. New York: John Wiley & Sons, 1990.

PEREZ, D. R. C.; FAVERO, E. **O envelope solar como critério para adensamento e verticalização no planejamento urbano**. Revista Intellectus. N 28. 2014. 17p. Disponível em: <http://www.revistaintellectus.com.br/DownloadArtigo.ashx?codigo=379> Acesso em: 21 jan. 2018.

SÃO LOURENÇO DO SUL (Município). Lei n.º 2.839, de 3 de outubro de 2006. **Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado e Sustentável do Município de São Lourenço do Sul (PDDIS), cria o Sistema Municipal de Planejamento e Monitoramento, cria o Fórum Permanente da Agenda 21 Local (Fórum21) e estabelece a aplicação do Estatuto da Cidade**. 32p., 2006. Disponível em: <http://www.saolourencodosul.rs.gov.br/arquivos/Lei_2839_PDDIS.pdf> Acesso em: 26 abr. 2017.

SOUZA, R. V. G. de; CAPUTE, B. N.; CERQUEIRA, L. M.; TEIXEIRA, M. C. V.; ASSIS, E. S. de; GROSH, J. L. **Diretrizes de conforto ambiental aplicadas na legislação urbana de cidades mineiras**. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, IX, e Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, V., 2007, Ouro Preto, MG. 11p. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Roberta_Souza3/publication/290436816_DIRETRIZES_DE_CONFORTO_AMBIENTAL_APLICADAS_NA_LEGISLACAO_URBANA_DE_CIDADES_MINEIRAS/links/5698167608ae34f3cf1f3b24/DIRETRIZES-DE-CONFORTO-AMBIENTAL-APLICADAS-NA-LEGISLACAO-URBANA-DE-CIDADES-MINEIRAS.pdf> Acesso em: 21 jan. 2018.

TAMURA, C. A.; KRÜGER, E. L. **Acesso solar: avaliação e contribuição para provimento em habitações situadas na zona residencial dois (ZR-2) de Curitiba**. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, XIII., 2010, Canela, RS. 10p. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac2014/2010/arquivos/286.pdf> Acesso em: 21 jan. 2018.

VIANNA, S. D. **Análise do "Direito ao Sol" nos planos diretores de Pelotas – RS, em zonas residenciais**. 2017. 201p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.