



Escola Politécnica of the University of São Paulo
Department of Construction Engineering



BRAZIL-UK ENERGY IN BUILDINGS SUMMIT

Discussing the **multicriterial and systemic character** of the **land use regulation** and the impact of its parameters on the **energy performance of buildings**. Case study in an **urban area under densification** in São Paulo

Karin Regina de Castro Marins

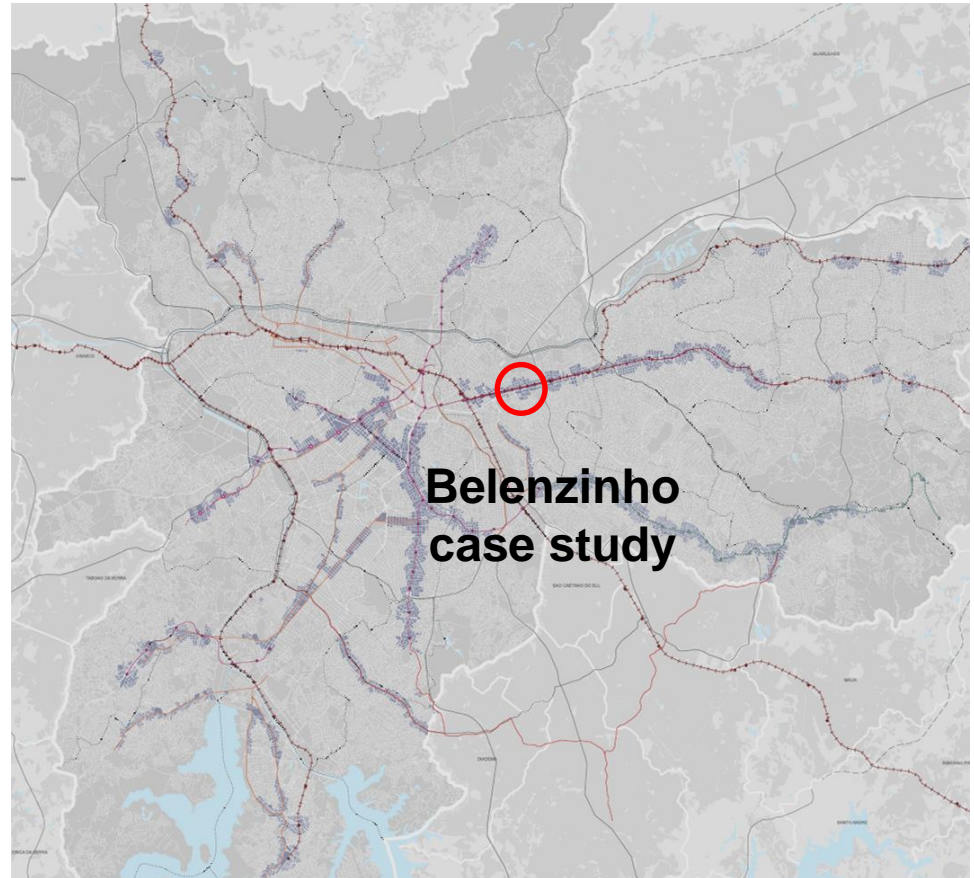
BA. PhD. Architecture and Urban Planning

Assistant Professor in Urban Planning & Urban Design

April 23rd, 2018

Objective

Discuss the impacts of increasing certain parameters as the floor area ratio, the site coverage, and building high, according to the limits allowed by Sao Paulo urban regulations, in terms of outdoors environmental comfort (thermal and lighting) and PV application on the top of the buildings, for areas under densification.



Context: URBAN MICRO SCALE ASSESSMENT

DENSIFICATION

URBAN MORPHOLOGY

VERTICALISATION

Solid waste
collection and
treatment

Walkability,
transport
mobility and
accessibility

Popular
participation
effectiveness in
urban development
decision-making



Outdoors thermal
comfort and
lighting

PV potential
roof top of comm.
buildings

TOD application –
private and public
spaces
development
potential

MULTICRITERIA AND SYSTEMIC APPROACH

Context: URBAN MICRO SCALE ASSESSMENT

DENSIFICATION

URBAN MORPHOLOGY

VERTICALISATION

Solid waste
collection and
treatment



Master Plan | Zoning | Building Code | Sectoral instruments

Context: URBAN MICRO SCALE ASSESSMENT

DENSIFICATION

URBAN MORPHOLOGY

VERTICALISATION



PV potential
roof top of comm.
buildings

Master Plan | **Zoning** | **Building Code** | Sectoral instruments

Context: URBAN MICRO SCALE ASSESSMENT

DENSIFICATION

URBAN MORPHOLOGY

VERTICALISATION



Outdoors thermal
comfort and
lighting

Master Plan | **Zoning** | **Building Code** | Sectoral instruments

Context: URBAN MICRO SCALE ASSESSMENT

DENSIFICATION

URBAN MORPHOLOGY

VERTICALISATION

Walkability,
transport
mobility and
accessibility



Master Plan | Zoning | Building Code | Sectoral instruments

Context: URBAN MICRO SCALE ASSESSMENT

DENSIFICATION

URBAN MORPHOLOGY

VERTICALISATION



Popular participation effectiveness in urban development decision-making

TOD application – private and public spaces development potential

Master Plan | Zoning | Building Code | Sectoral instruments

Context: URBAN MICRO SCALE ASSESSMENT

DENSIFICATION

Solid waste collection and treatment

Walkability, transport mobility and accessibility

Popular participation effectiveness in urban development decision-making

URBAN MORPHOLOGY



VERTICALISATION

Outdoors thermal comfort and lighting

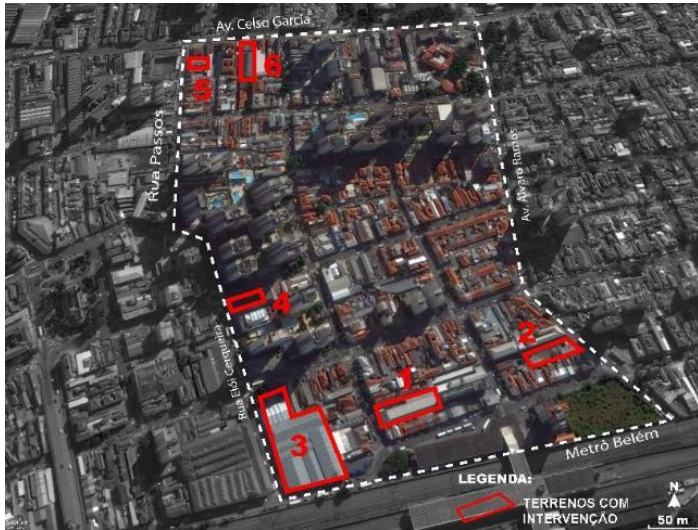
PV potential roof top of comm. buildings

TOD application – private and public spaces development potential

MULTICRITERIA URBAN MICRO SCALE ASSESSMENT

PV simulation

Roof top of commercial buildings



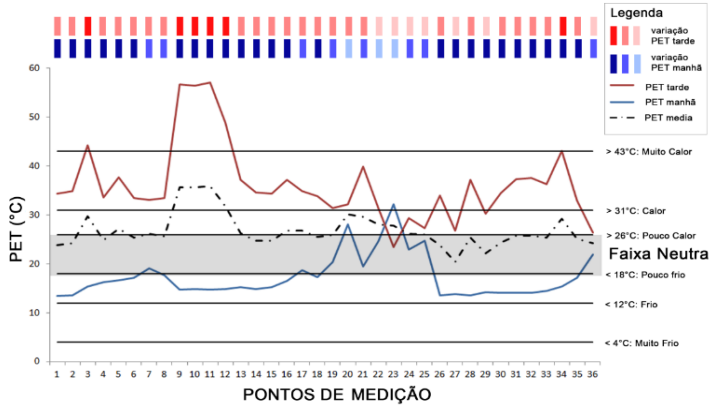
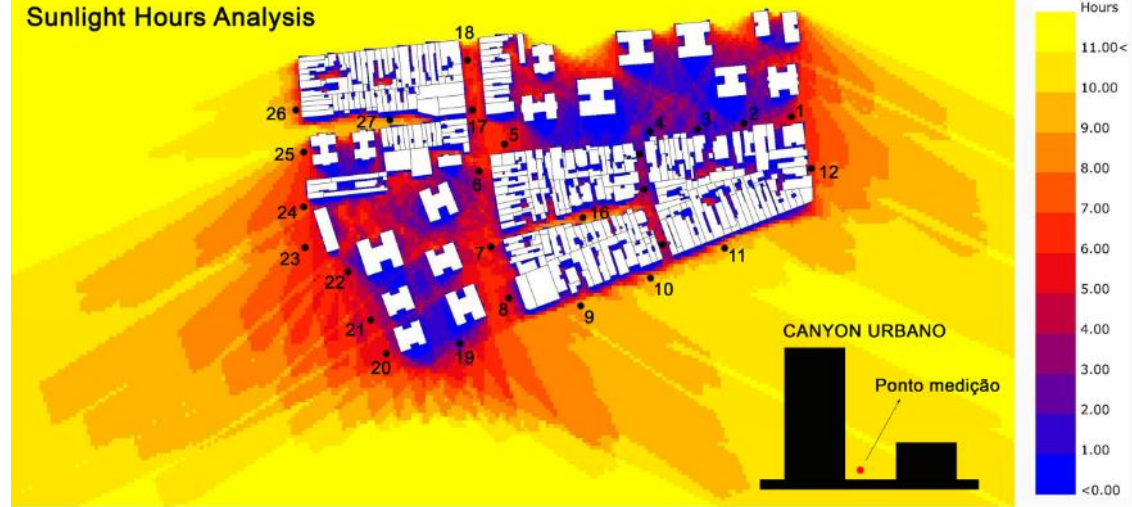
Method: Rhinoceros with Grasshopper and Diva Plug-ins

Source: Girotti, C. MSc. Thesis under development

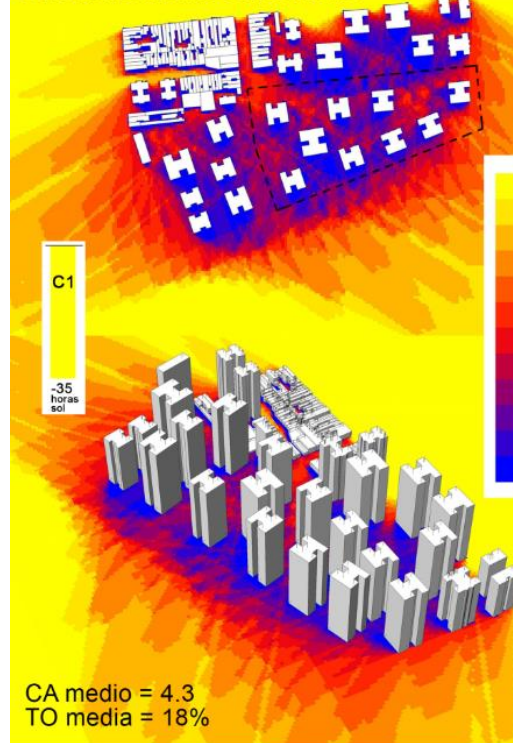
	C.A.	T.O.	Recuos (metros)	Radiação Solar (kWh/m ² / mês)	% (em relação ao pior resultado)	Área de cobertura (m ²)	Radiação Solar (kWh/área de cobertura/mês)	% (em relação ao pior resultado)
Terreno 1 (1.499 m²)								
Sem Variação	4	0,7	3	1.846,00	3%	809,27	1.493.912,42	100,7%
Variação T.O. 0,6	4	0,6	3	1.870,00	4%	693,66	1.297.144,20	74,3%
Variação T.O. 0,5	4	0,5	3	1.848,00	3%	578,05	1.068.236,40	43,5%
Variação C.A. 2	2	0,7	3	1.841,00	2%	809,27	1.489.866,07	100,2%
Variação C.A. 1	1	0,7	3	1.799,00	0%	809,27	1.455.876,73	95,6%
Variação Recuos 5n	4	0,7	5	1.872,00	4%	595,13	1.114.083,36	49,7%
Variação Recuos 7n	4	0,7	7	1.845,00	3%	403,39	744.254,55	0,0%
Terreno 2 (1.240 m²)								
Sem Variação	4	0,7	3	1.874,00	2,1%	539,84	1.011.660,16	181,2%
Variação T.O. 0,6	4	0,6	3	1.892,00	3,1%	455,01	860.878,92	139,3%
Variação T.O. 0,5	4	0,5	3	1.851,00	0,8%	385,60	713.745,60	98,4%
Variação C.A. 2	2	0,7	3	1.866,00	1,6%	539,84	1.007.341,44	180,0%
Variação C.A. 1	1	0,7	3	1.836,00	0,0%	539,84	991.146,24	175,5%
Variação Recuos 4n	4	0,7	5	1.857,00	1,1%	355,09	659.402,13	83,3%
Variação Recuos 5n	4	0,7	7	1.839,00	0,2%	195,61	359.726,79	0,0%
Terreno 3 (5.128 m²) - Edificação A								
Sem Variação	4	0,7	3	1.819,00	1,5%	519,34	944.679,46	101,3%
Variação T.O. 0,6	4	0,6	3	1.834,00	2,3%	445,15	816.405,10	74,0%
Variação T.O. 0,5	4	0,5	3	1.840,00	2,6%	370,96	682.566,40	45,4%
Variação C.A. 2	2	0,7	3	1.806,00	0,7%	519,34	937.928,04	99,8%
Variação C.A. 1	1	0,7	3	1.793,00	0,0%	519,34	931.176,62	98,4%
Variação Recuos 5n	4	0,7	5	1.863,00	3,9%	374,09	696.929,67	48,5%
Variação Recuos 7n	4	0,7	7	1.868,00	4,2%	251,24	469.316,32	0,0%
Terreno 3 (5.128 m²) - Edificação B								
Sem Variação	4	0,7	3	1.856,00	1,5%	2.337,35	4.338.121,60	39,8%
Variação T.O. 0,6	4	0,6	3	1.885,00	3,1%	2.003,44	3.776.484,40	21,7%
Variação T.O. 0,5	4	0,5	3	1.859,00	1,7%	1.669,54	3.103.674,86	0,0%
Variação C.A. 2	2	0,7	3	1.828,00	0,0%	2.337,35	4.272.675,80	37,7%
Variação C.A. 1	1	0,7	3	1.857,00	1,6%	2.337,35	4.340.458,95	39,8%
Variação Recuos 5n	4	0,7	5	1.853,00	1,4%	2.021,99	3.746.747,47	20,7%
Variação Recuos 7n	4	0,7	7	1.862,00	1,9%	1.729,20	3.219.770,40	3,7%
Terreno 4 (990 m²)								
Sem Variação	4	0,7	3	1.721,00	4,6%	422,26	726.709,46	178,9%
Variação T.O. 0,6	4	0,6	3	1.772,00	7,7%	361,94	641.357,68	146,1%
Variação T.O. 0,5	4	0,5	3	1.830,00	11,2%	301,62	551.964,60	111,8%
Variação C.A. 2	2	0,7	3	1.667,00	1,3%	422,26	703.907,42	170,1%
Variação C.A. 1	1	0,7	3	1.645,00	0,0%	422,26	694.617,70	166,5%
Variação Recuos 4n	4	0,7	5	1.814,00	10,3%	271,44	492.392,16	88,9%
Variação Recuos 5n	4	0,7	7	1.822,00	10,8%	143,03	260.600,66	0,0%
Terreno 5 (322 m²)								
Sem Variação	2	0,85	1	1.815,00	0,1%	173,81	315.465,15	132,3%
Variação T.O. 0,7	2	0,7	1	1.831,00	1,0%	143,13	262.071,03	93,0%
Variação T.O. 0,6	2	0,6	1	1.847,00	1,9%	122,68	226.589,96	66,9%
Variação C.A. 1	1	0,85	1	1.820,00	0,4%	173,81	316.334,20	133,0%
Variação C.A. 0,5	0,5	0,85	1	1.813,00	0,0%	173,81	315.117,53	132,1%
Variação Recuos 2n	2	0,85	2	1.857,00	2,4%	120,32	223.434,24	64,5%
Variação Recuos 3n	2	0,85	3	1.844,00	1,7%	73,64	135.792,16	0,0%
Terreno 6 (1.782 m²)								
Sem Variação	2	0,7	3	1.822,00	2,7%	910,48	1.658.894,56	39,8%
Variação T.O. 0,6	2	0,6	3	1.822,00	2,7%	780,40	1.421.888,80	19,9%
Variação T.O. 0,5	2	0,5	3	1.824,00	2,8%	650,34	1.186.220,16	0,0%
Variação C.A. 1	1	0,7	3	1.815,00	2,3%	910,48	1.652.521,20	39,3%
Variação C.A. 0,5	0,5	0,7	3	1.774,00	0,0%	910,48	1.615.191,52	36,2%
Variação Recuos 4n	2	0,7	4	1.830,00	3,2%	798,55	1.461.346,50	23,2%
Variação Recuos 5n	2	0,7	5	1.847,00	4,1%	692,25	1.278.585,75	7,8%
Escala Radiação				Alta	Baixa			

Sunlight hours Street level

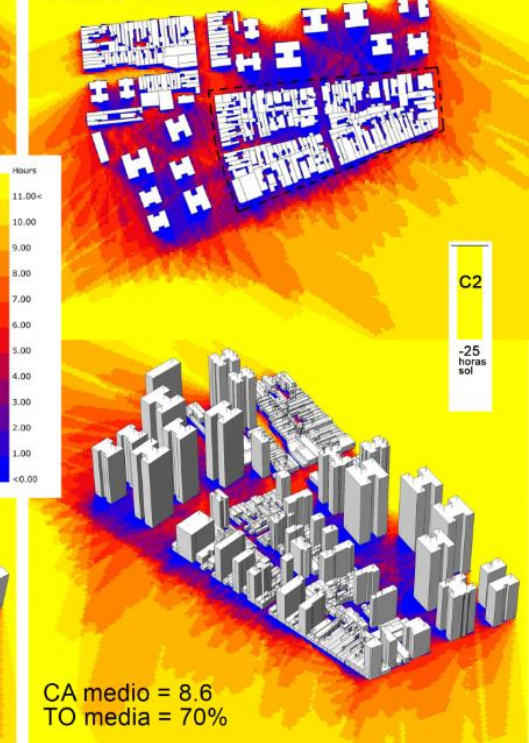
Sunlight Hours Analysis



C1: Adensamento concentrado



C2: Adensamento distribuído



Method: Rhinoceros (sunlight hours) and Rayman/ calibration based on Monteiro (2008), for physiological equivalent temperature (PET)

Preliminary findings

- There is greater photovoltaic possibility of application when the roof area is greater and exposed to the maximum solar incidence, i.e., application of maximum values for FAR and site coverage, without considering, at first, the variation of the urban height.
- However, the increase in built mass, in addition to the non-variance of the verticality pattern in the urban fabric, lead to damages to the environmental comfort of the external areas to the buildings. In addition, it reduces the solar radiation on the building façades and, therefore, also decreases natural lighting indoors, increasing energy consumption.
- As a conclusion, there is possibly a certain intermediate range of verticality and built up density, as well as some possibilities of vertical variance, which may result in one hand in certain losses in photovoltaic generation, but on the other hand, environmental conditions, better environmental comfort conditions outdoors and indoors.

References

GIROTTI, C. **Modelagem dos parâmetros da forma urbana para a análise do potencial de inserção da energia solar fotovoltaica no ambiente urbano: Estudo de caso do Belenzinho, São Paulo.** (Master of Science Thesis). Under development, 2018.

MONTEIRO, L. M. **Modelos preditivos de conforto térmico: quantificação de relações entre variáveis microclimáticas e de sensação térmica para avaliação e projeto de espaços abertos.** Tese (Doutorado em Arquitetura), São Paulo:Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo,p. 378, 2008.

PACIFICI, M.; MARINS, K. R. C. Análise da disponibilidade solar e cenários evolutivos em áreas urbanas sujeitas à verticalização e ao adensamento. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GESTÃO E ENGENHARIA URBANA, 1., 2017, São Carlos. **Anais...**São Carlos: UFSCar, 2017, p.3002-3014.

PACIFICI, M.; MARINS, K. R. de C.; CATTO, V. de M.; RAMA, F.; LAMOUR, Q. Morphological and Climate Balance: Proposal for a Method to Analyze Neighborhood Urban Forms by Way of Densification. **Sustainable Cities and Society**, v. 35, p. 145–156, nov. 2017.